



⑮ **BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND**



**DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT**

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 100 53 203 A 1**

⑤① Int. Cl. 7:
F 25 B 49/02
F 25 B 1/00

②① Aktenzeichen: 100 53 203.9
②② Anmeldetag: 26. 10. 2000
④③ Offenlegungstag: 7. 6. 2001

DE 100 53 203 A 1

③① Unionspriorität:

11-307493	28. 10. 1999	JP
00-17816	21. 01. 2000	JP
00-93013	28. 03. 2000	JP

⑦① Anmelder:

Denso Corp., Kariya, Aichi, JP; Nippon Soken, Inc.,
Nishio, Aichi, JP

⑦④ Vertreter:

Zumstein & Klingseisen, 80331 München

⑦② Erfinder:

Nishida, Shin, Kariya, Aichi, JP; Yamaguchi,
Motohiro, Kariya, Aichi, JP; Itoh, Satoshi, Kariya,
Aichi, JP; Kuroda, Yasutaka, Kariya, Aichi, JP;
Tomatsu, Yoshitaka, Kariya, Aichi, JP; Yamanaka,
Yasushi, Kariya, Aichi, JP; Ozaki, Yukikatsu, Nishio,
Aichi, JP

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤④ Kühlmittelzyklus-System mit überkritischem Kühlmitteldruck

⑤① Bei einem Kühlmittelzyklus-System regelt eine Rege-
lungseinheit sowohl die von einem Kompressor (100) ab-
gegebene Kühlmittelmenge als auch den Öffnungsgrad
eines Druckregelungsventils (300) so, dass der theoreti-
sche Wirkungsgrad des überkritischen Kühlmittelzyklus
und der Wirkungsgrad des Kompressors verbessert sind.
Daher ist der effektive Leistungskoeffizient des Kühlmit-
telzyklus verbessert, während die notwendige Kapazität
der Bauteile des Kühlmittelzyklus erreicht ist.

DE 100 53 203 A 1

BEST AVAILABLE COPY

Beschreibung

Die vorliegende Erfindung betrifft allgemein ein Kühlmittelzyklus-System mit einem überkritischen Kühlmittel-
druck, insbesondere einen Regelungsbetrieb sowohl eines Kompressors als auch eines Druckregelungsventils des Kühlmittelzyklus-Systems.

Bei einem in JP-A-7-294 033 beschriebenen herkömmlichen überkritischen Kühlmittelzyklus wird der Öffnungsgrad einer Dekompressionseinheit auf der Grundlage der Kühlmitteltemperatur an der Auslassseite eines Kühlers geregelt. Wenn die Kapazität des überkritischen Kühlmittelzyklus ausschließlich durch die Dekompressionseinheit (d. h. durch ein Druckregelungsventil) geregelt wird, ist es notwendig, den Kühlmitteldruck an der Hochdruckseite durch Verkleinerung des  ffnungsgrades der Dekompressionseinheit zur Vergrößerung der Kapazität (beispielsweise der Kühlkapazität und der Heizkapazität) zu erhöhen. Wenn jedoch der Kühlmitteldruck auf der Hochdruckseite erhöht wird, wird der Wirkungsgrad eines Kompressors herabgesetzt, und wird der effektive Leistungskoeffizient des überkritischen Kühlmittelzyklus beeinträchtigt.

In Hinblick auf die vorstehend angegebenen Probleme ist es eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein Kühlmittelzyklus-System zu schaffen, das für die notwendige Kapazität der Bauteile eines überkritischen Kühlmittelzyklus sorgt, während verhindert wird, dass der Leistungskoeffizient des überkritischen Kühlmittelzyklus beeinträchtigt wird.

Gemäß der vorliegenden Erfindung weist ein Kühlmittelzyklus-System einen Kompressor zum Komprimieren von Kühlmittel und zum Abgeben des Kühlmittels mit einem Druck höher als der kritische Druck, einen Kühler zum Kühlen des von dem Kompressor abgegebenen Kühlmittels, ein Druckregelungsventil zum Dekomprimieren des von dem Kühler aus strömenden Kühlmittels, das derart angeordnet ist, dass es den Druck des hochdruckseitigen Kühlmittels von dem Kompressor zu einer Position vor dem Dekomprimieren regelt, einen Verdampfer zum Verdampfen des in dem Druckregelungsventil dekomprimierten Kühlmittels und eine Regelungseinheit aufweist, die sowohl die von dem Kompressor abgegebene Kühlmittelmenge als auch den Öffnungsgrad des Druckregelungsventils regelt. Weil die Regelungseinheit die von dem Kompressor abgegebene Kühlmittelmenge während der Regelung des  ffnungsgrades des Druckregelungsventils regelt, kann die notwendige Kapazität der Bauteile in dem Kühlmittelzyklus erreicht werden und ist verhindert, dass der Leistungskoeffizient des Kühlmittelzyklus beeinträchtigt ist.

In bevorzugter Weise regelt die Regelungseinheit die von dem Kompressor abgegebene Kühlmittelmenge und den Öffnungsgrad des Druckregelungsventils auf der Grundlage eines theoretischen Leistungskoeffizienten des Kühlmittelzyklus und des Wirkungsgrades des Kompressors. Daher kann der Leistungskoeffizient des Kühlmittelzyklus verbessert werden, während der Wirkungsgrad des Kompressors verbessert werden kann.

Der effektive Leistungskoeffizient des Kühlmittelzyklus wird auf der Grundlage der Menge der sich von dem Verdampfer aus zu dem Kühler des Kühlmittelzyklus hin bewegendes Wärme und der von dem Kompressor verbrauchten Energie berechnet, und die Regelungseinheit regelt die von dem Kompressor abgegebene Kühlmittelmenge und den Öffnungsgrad des Druckregelungsventils auf der Grundlage des berechneten effektiven Leistungskoeffizienten des Kühlmittelzyklus. Daher kann der effektive Leistungskoeffizient des Kühlmittelzyklus verbessert werden.

In bevorzugter Weise regelt die Regelungseinheit die von

dem Kompressor abgegebene Kühlmittelmenge und/oder den Öffnungsgrad des Druckregelungsventils so, dass die Temperatur des hochdruckseitigen Kühlmittels niedriger als eine vorbestimmte Temperatur ist. Daher kann verhindert werden, dass die Bauteile des Kühlmittelzyklus durch Wärme beeinträchtigt werden.

In bevorzugter Weise regelt die Regelungseinheit die von dem Kompressor abgegebene Kühlmittelmenge und den Öffnungsgrad des Druckregelungsventils so, dass das Antriebsmoment des Kompressors geringer als ein vorbestimmtes Moment ist. Daher kann der Kühlmittelzyklus eine vorbestimmte Kapazität erreichen, während verhindert ist, dass das Antriebsmoment des Kompressors übermäßig vergrößert ist.

Wenn die Temperaturdifferenz zwischen der Kühlmitteltemperatur an dem Auslass des Kühlers und der Temperatur eines Fluids, das durch den Kühler zur Durchführung eines Wärmeaustauschs mit dem Kühlmittel hindurch tritt, gleich einer vorbestimmten Temperaturdifferenz oder größer als diese ist, regelt die Regelungseinheit das Druckregelungsventil in Hinblick auf einen Kühlmitteldruck an dem Auslass des Kühlers höher als ein Kühlmittel-Solldruck, der auf der Grundlage der Kühlmitteltemperatur an dem Auslass des Kühlers bestimmt wird, während die von dem Kompressor abgegebene Kühlmittelmenge geregelt wird, um verkleinert zu werden. Daher ist die Wärmeaustausch-Wirkung des Kühlers verbessert, während verhindert werden kann, dass die Heizkapazität infolge des Kühlers verringert wird.

In bevorzugter Weise regelt, wenn das Kühlmittelzyklus-System Anwendung bei einer Klimaanlage findet, die Regelungseinheit die von dem Kompressor abgegebene Kühlmittelmenge bei Regelung des Druckregelungsventils so, dass der Druck des hochdruckseitigen Kühlmittels zu einem Solldruck wird, der auf der Grundlage der Temperatur von Außenluft, wenn Außenluft in den Kühler durch einen Außenluft-Durchtritt hindurch eingeführt wird, bestimmt wird. Daher kann die Regelung des Druckregelungsventils einfach gemacht werden.

Weiter weist das Kühlmittelzyklus-System einen Akkumulator mit einem Behälterbereich, in den Kühlmittel von dem Verdampfer aus einströmt, um in gasförmiges Kühlmittel und in flüssiges Kühlmittel aufgeteilt zu werden, und ein Strömungs-Regelungselement zur Regelung der Menge von flüssigem Fluid auf, das Schmieröl und flüssiges Kühlmittel enthält und das von dem Akkumulator aus zu dem Kompressor hin strömt. Der Behälterbereich des Akkumulators besitzt einen oberen Auslass, durch den hindurch das gasförmige Kühlmittel in den Kompressor von der oberen Seite des Beh lterbereichs aus angesaugt wird, und einen unteren Auslass, durch den hindurch das flüssige Fluid in den Kompressor von der unteren Seite des Beh lterbereichs aus angesaugt wird. Bei dem Kühlmittelzyklus-System regelt das Strömungs-Regelungselement die Menge des flüssigen Fluids, das von der unteren Seite des Beh lterbereichs in den Kompressor einströmt. Daher wird das Schmieröl, das in dem flüssigem Fluid enthalten ist, dem Kompressor von dem Akkumulator aus in veränderlicher Weise entsprechend der Drehzahl des Kompressors oder der von dem Kompressor abgegebenen Kühlmittelmenge zugeführt. Weil die Menge des flüssigen Fluids, das von dem Akkumulator aus dem Kompressor zugeführt wird, größer wird, wenn die Temperatur des von dem Kompressor abgegebenen Kühlmittels erhöht wird, kann verhindert werden, dass der Kompressor beeinträchtigt wird, dies sogar dann, wenn die Temperatur des von dem Kompressor abgegebenen Kühlmittels stark erhöht wird.

Weitere Aufgaben und Vorteile der vorliegenden Erfindung ergeben sich deutlicher aus der nachfolgenden Detail-

beschreibung bevorzugter Ausführungsformen bei gemeinsamer Betrachtung mit den beigegeführten Zeichnungen, in denen zeigen

Fig. 1 ein schematisches Schaubild eines überkritischen Kühlmittelzyklus gemäß einer ersten bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung;

Fig. 2 ein Fließdiagramm mit der Darstellung des Regelungsbetriebs des überkritischen Kühlmittelzyklus gemäß der ersten Ausführungsform;

Fig. 3 ein Fließdiagramm mit der Darstellung des Regelungsbetriebs des überkritischen Kühlmittelzyklus gemäß der ersten Ausführungsform;

Fig. 4 ein Fließdiagramm mit der Darstellung des Regelungsbetriebs des überkritischen Kühlmittelzyklus gemäß der ersten Ausführungsform;

Fig. 5 ein Fließdiagramm mit der Darstellung des Regelungsbetriebs des überkritischen Kühlzyklus gemäß der ersten Ausführungsform;

Fig. 6 Mollier-Diagramm (p-h-Diagramm) für Kohlenstoffdioxid-Kühlmittel;

Fig. 7 Mollier-Diagramm (p-h-Diagramm) für Kohlenstoffdioxid-Kühlmittel;

Fig. 8 ein Diagramm mit der Darstellung der Beziehung zwischen dem Kompressionswirkungsgrad η_w und dem Kompressionsverhältnis (P_d/P_s) eines Kompressors;

Fig. 9 ein Diagramm mit der Darstellung der Beziehung zwischen dem Volumenwirkungsgrad η_v und dem Kompressionsverhältnis (P_d/P_s) des Kompressors;

Fig. 10 ein Diagramm mit der Darstellung der Beziehung zwischen dem hochdruckseitigen Kühlmitteldruck P_h und dem effektiven Wirkungsgrad η (COP) des Kühlmittelzyklus;

Fig. 11 ein Fließdiagramm mit der Darstellung des Regelungsbetriebs des überkritischen Kühlmittelzyklus gemäß einer zweiten bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung;

Fig. 12 ein Fließdiagramm mit der Darstellung des Regelungsbetriebs des überkritischen Kühlmittelzyklus gemäß der zweiten Ausführungsform;

Fig. 13 ein Fließdiagramm mit der Darstellung des Regelungsbetriebs des überkritischen Kühlmittelzyklus gemäß der zweiten Ausführungsform;

Fig. 14 ein Fließdiagramm mit der Darstellung des Regelungsbetriebs des überkritischen Kühlmittelzyklus gemäß der zweiten Ausführungsform;

Fig. 15 ein Fließdiagramm mit der Darstellung des Regelungsbetriebs des überkritischen Kühlmittelzyklus gemäß einer dritten bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung;

Fig. 16 ein Fließdiagramm mit der Darstellung des Regelungsbetriebs des überkritischen Kühlmittelzyklus gemäß einer vierten bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung;

Fig. 17 ein Fließdiagramm mit der Darstellung des Regelungsbetriebs des überkritischen Kühlmittelzyklus gemäß der vierten Ausführungsform;

Fig. 18 ein Fließdiagramm mit der Darstellung des Regelungsbetriebs des überkritischen Kühlmittelzyklus gemäß einer fünften bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung;

Fig. 19 ein Diagramm mit der Darstellung der Beziehungen zwischen dem hochdruckseitigen Kühlmitteldruck (P_h), dem Leistungskoeffizienten (COP) des Kühlmittelzyklus, der Kühlkapazität (Q), der Drehzahl (N_c) eines Kompressors und dem Inverterstrom (IAC) gemäß der fünften Ausführungsform;

Fig. 20 ein Diagramm mit der Darstellung der Beziehung zwischen der Kühlmitteltemperatur T_g an der Auslassseite

eines Kühlers und dem hochdruckseitigen Kühlmitteldruck P_h in einem überkritischen Kühlmittelzyklus gemäß einer sechsten bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung;

Fig. 21 ein Diagramm mit der Darstellung der Beziehung zwischen der Kühlmitteltemperatur T_g an der Auslassseite eines Kühlers und dem hochdruckseitigen Kühlmitteldruck P_h in einem überkritischen Kühlmittelzyklus gemäß einer siebten bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung;

Fig. 22 ein Diagramm mit der Darstellung der Beziehung zwischen dem Soll-Inverterstrom IAC und der Druck-Korrekturgröße ΔP_h in einem überkritischen Kühlzyklus gemäß einer achten bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung;

Fig. 23 ein Diagramm mit der Darstellung der Beziehung zwischen dem Soll-Inverterstrom IAC und der Druck-Korrekturgröße ΔP_h in einem überkritischen Kühlmittelzyklus gemäß einer neunten bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung;

Fig. 24 ein Mollier-Diagramm (p-h-Diagramm) eines Kohlenstoffdioxid-Kühlmittelzyklus gemäß einer zehnten bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung;

Fig. 25 ein schematisches Schaubild einer Klimaanlage mit einem überkritischen Kühlmittelzyklus gemäß einer elften bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung;

Fig. 26A ein Diagramm mit der Darstellung der Beziehung zwischen der Heizkapazität Q_w und dem hochdruckseitigen Kühlmitteldruck P_h , wenn die Außenlufttemperatur -20°C beträgt, dies gemäß der elften Ausführungsform der vorliegenden Erfindung;

Fig. 26B ein Diagramm mit der Darstellung der Beziehung zwischen dem Leistungskoeffizienten (COP) eines Kühlmittelzyklus und dem hochdruckseitigen Kühlmitteldruck P_h , wenn die Außenlufttemperatur -30°C beträgt, dies gemäß der elften Ausführungsform der vorliegenden Erfindung;

Fig. 27A ein Diagramm mit der Darstellung der Beziehung zwischen der Heizkapazität Q_w und dem hochdruckseitigen Kühlmitteldruck P_h , wenn die Außenlufttemperatur -10°C beträgt, dies gemäß der elften Ausführungsform der vorliegenden Erfindung;

Fig. 27B ein Diagramm mit der Darstellung der Beziehung zwischen dem Leistungskoeffizienten (COP) des Kühlmittelzyklus und dem hochdruckseitigen Kühlmitteldruck P_h , wenn die Außenlufttemperatur -10°C beträgt, dies gemäß der elften Ausführungsform der vorliegenden Erfindung;

Fig. 28A ein Diagramm mit der Darstellung der Beziehung zwischen der Heizkapazität Q_w und dem hochdruckseitigen Kühlmitteldruck P_h , wenn die Außenlufttemperatur 0°C beträgt, dies gemäß der elften Ausführungsform der vorliegenden Erfindung;

Fig. 28B ein Diagramm mit der Darstellung der Beziehung zwischen dem Leistungskoeffizienten (COP) des Kühlmittelzyklus und dem hochdruckseitigen Kühlmitteldruck P_h , wenn die Außenlufttemperatur 0°C beträgt, dies gemäß der elften Ausführungsform der vorliegenden Erfindung;

Fig. 29 ein schematisches Schaubild eines überkritischen Kühlmittelzyklus gemäß einer zwölften bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung;

Fig. 30 ein schematisches Schaubild eines überkritischen Kühlmittelzyklus gemäß einer dreizehnten bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung;

Fig. 31 ein schematisches Schaubild eines überkritischen Kühlmittelzyklus gemäß einer vierzehnten bevorzugten

Ausführungsform der vorliegenden Erfindung;

Fig. 32 ein schematisches Schaubild eines überkritischen Kühlmittelzyklus gemäß einer fünfzehnten bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung;

Fig. 33 ein schematisches Schaubild eines überkritischen Kühlmittelzyklus gemäß einer sechzehnten bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung;

Fig. 34A ein schematisches Schaubild eines überkritischen Kühlmittelzyklus gemäß einer siebzehnten bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung;

Fig. 34B eine schematische Ansicht eines mechanischen Strömungs-Regelungsventils gemäß der siebzehnten Ausführungsform;

Fig. 35A ein schematisches Schaubild eines überkritischen Kühlmittelzyklus gemäß einer achtzehnten bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung;

Fig. 35B eine schematische Ansicht eines mechanischen Strömungs-Regelungsventils gemäß der achtzehnten Ausführungsform;

Fig. 36A ein schematisches Schaubild eines überkritischen Kühlmittelzyklus gemäß einer neunzehnten bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung;

Fig. 36B eine schematische Ansicht eines mechanischen Strömungs-Regelungsventils gemäß der neunzehnten Ausführungsform;

Fig. 37A eine schematische Darstellung eines Akkumulators gemäß einer zwanzigsten bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung;

Fig. 37B eine vergrößerte Ansicht mit der Darstellung eines Hauptteils des Akkumulators gemäß der zwanzigsten Ausführungsform.

Nachfolgend werden bevorzugte Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung unter Bezugnahme auf die beigefügten Zeichnungen beschrieben.

Zunächst wird eine erste bevorzugte Ausführungsform der vorliegenden Erfindung unter Bezugnahme auf Fig. 1-10 beschrieben. Bei der ersten Ausführungsform findet ein überkritischer Kühlmittelzyklus der vorliegenden Erfindung Anwendung bei einer Klimaanlage zum Heizen.

Gemäß Fig. 1 ist ein Kompressor 100 zum Ansaugen und Komprimieren eines Kühlmittels (beispielsweise von Kohlenstoffdioxid) durch einen synchronen Elektromotor M angetrieben. Bei der ersten Ausführungsform sind, wie in Fig. 1 hergestellt ist, der Kompressor 100 und der Elektromotor M zur Bildung eines integrierten elektrischen Kompressors zusammengefasst. Der Elektromotor M ist mittels eines Inverters veränderlich geregelt, sodass die Erzeugung eines Drehmoments durch den Elektromotor M durch den Strom des Inverters geregelt wird und seine Drehzahl durch die Stromfrequenz des Inverters geregelt wird.

Kühlmittel, das von dem Kompressor 100 abgegeben wird, strömt in einen Kühler 200 ein. Luft, die durch den Kühler 200 hindurch tritt, wird im Wege der Durchführung eines Wärmeaustauschs zwischen Innenluft aus dem Inneren eines Raums und Kühlmittel erhitzt, das durch den Kühler 200 hindurch strömt. In dem Kühler 200 wird der Kühlmitteldruck (d. h. der hochdruckseitige Kühlmitteldruck) gleich dem kritischen Druck des Kühlmittels oder höher als dieser. Kühlmittel, das von den Kühler 200 aus strömt, wird mittels eines Druckregelventils 300 dekomprimiert beziehungsweise entspannt. Durch elektrisches Einstellen des Öffnungsgrades des Druckregelventils 300 kann der Kühlmitteldruck (d. h. der hochdruckseitige Kühlmitteldruck) an dem Auslass des Kühlers 200 geregelt werden.

Das in dem Druckregelventil 300 dekomprimierte Kühlmittel strömt in einen Verdampfer 400 ein und wird in dem Verdampfer 400 durch Absorbieren von Wärme aus Außenluft von außerhalb des Raums verdampft. Kühlmittel, das

von dem Verdampfer 400 aus strömt, strömt in einen Akkumulator (d. h. in eine Gas/Flüssigkeit-Trenneinheit) 500 ein. In dem Akkumulator wird Kühlmittel von dem Verdampfer 400 in gasförmiges Kühlmittel und in flüssiges Kühlmittel aufgeteilt, sodass gasförmiges Kühlmittel in der Richtung zu dem Kompressor 100 hin eingeführt wird, und überschüssiges Kühlmittel des überkritischen Kühlmittelzyklus wird dort gespeichert.

Ein Kühlmittel-Temperatursensor 610 zum Feststellen der Temperatur des hochdruckseitigen Kühlmittels ist an der Kühlmittel-Auslassseite des Kühlers 200 angeordnet, und ein erster Kühlmittel-Drucksensor 620 zum Feststellen des Drucks des hochdruckseitigen Kühlmittels ist an der Kühlmittel-Auslassseite des Kühlers 200 angeordnet. Ein zweiter Kühlmittel-Drucksensor 630 zum Feststellen des Drucks des niederdruckseitigen Kühlmittels, das in dem Druckregelventil 300 dekomprimiert worden ist, ist an der Kühlmittel-Auslassseite des Verdampfers 400 angeordnet. Ein Einlassluft-Temperatursensor 640 zum Feststellen der Temperatur der Luft, die in den Kühler 200 einströmt, ist an der luftstromaufwärtigen Seite des Kühlers 200 vorgesehen, und ein Auslassluft-Temperatursensor 650 zum Feststellen der Temperatur der Luft, die durch den Kühler 200 hindurch getreten ist, ist an der luftstromabwärtigen Seite des Kühlers 200 angeordnet. Weiter ist eine Temperatur-Einstelleinheit 660 zum Einstellen der Temperatur der Innenluft innerhalb des Raums auf eine von einer Person gewünschte Temperatur an einer Betriebstafel angeordnet.

Die mittels der Temperatur-Einstelleinheit 660 eingestellte Einstelltemperatur und die Feststellungswerte der Sensoren 610-650 werden in eine elektronische Regelungseinheit (nachfolgend bezeichnet als "ECU") 700 eingegeben. Die ECU 700 regelt den Öffnungsgrad des Druckregelventils 300 und die Drehzahl (d. h. die von den Kompressor 100 abgegebene Kühlmittelmenge) des Kompressors 100 auf der Grundlage der Einstelltemperatur der Temperatur-Einstelleinheit 660 und der Feststellungswerte der Sensoren 610-650 gemäß einem vorbestimmten Programm.

Als Nächstes wird der Regelungsbetrieb des überkritischen Kühlmittelzyklus gemäß der ersten Ausführungsform unter Bezugnahme auf die in Fig. 2-5 angegebenen Fließdiagramme beschrieben.

Wie in Fig. 2 dargestellt ist, wird, wenn ein Betriebsschalter (A/C) des überkritischen Kühlmittelzyklus (Klimaanlage) in Schritt S100 eingeschaltet wird, der Ausgangs-Kühlmitteldruck P_o , der mittels des ersten Kühlmittel-Drucksensors 620 festgestellt wird, bevor der Kompressor 100 seinen Betrieb beginnt, in Schritt S110 eingegeben. Als Nächstes wird der maximale Kühlmitteldruck (nachfolgend bezeichnet als "Regelungsdruck P_c ") zu der Startzeit des Kompressors 100 bestimmt auf der Grundlage des Kühlmitteldrucks P_o , der in Schritt S110 eingegeben wird, und wird der Öffnungsgrad des Druckregelventils 300 auf den Ausgangs-Öffnungsgrad in Schritt S130 eingestellt. Bei der ersten Ausführungsform ist der Regelungsdruck P_c um etwa 2 MPa höher als der Ausgangs-Kühlmitteldrucks P_o vor dem Start.

Als Nächstes wird während einer Periode, während der die Drehzahl des Kompressors 100 auf eine vorbestimmte Drehzahl von dem Startbetrieb des Kompressors 100 ansteigt, der Öffnungsgrad des Druckregelventils 300 so eingestellt, dass der Kühlmitteldruck an der Auslassseite des Kühlers 200 gleich dem Regeldruck P_c oder niedriger als dieser wird und die Drehzahl des Kompressors 100 auf eine vorbestimmte Drehzahl erhöht, und zwar in den Schritten S140-S210. Insbesondere wird, nachdem der Betrieb des Kompressors 100 in Schritt S140 gestartet worden ist, in Schritt S150 bestimmt, ob die Drehzahl R_c des Kompressors

100 gleich einer vorbestimmten Drehzahl R_o oder niedriger als diese ist oder nicht. Wenn die Drehzahl R_c des Kompressors 100 gleich der vorbestimmten Drehzahl R_o oder niedriger als diese ist und wenn der Kühlmitteldruck an der Auslassseite des Kühlers 200 gleich dem Regelungsdruck P_c oder niedriger als dieser ist, wird die Drehzahl R_c des Kompressors 100 erhöht, während der Öffnungsgrad des Druckregelventils 300 auf den Ausgangs-Öffnungsgrad eingestellt wird, dies in den Schritten S150–S180. Das heißt, wenn in Schritt S150 bestimmt wird, dass die Drehzahl R_c des Kompressors 100 gleich der vorbestimmten Drehzahl R_o oder niedriger als diese ist, wird die Drehzahl R_c des Kompressors 100 in Schritt S160 erhöht, und wird der hochdruckseitige Kühlmitteldruck P_h mittels des ersten Drucksensors 620 bestimmt. Als Nächstes wird in Schritt S180 bestimmt, ob der hochdruckseitige Kühlmitteldruck P_h gleich dem Regeldruck P_c oder niedriger als dieser ist oder nicht.

Wenn in Schritt S180 bestimmt wird, dass der Druck P_h des hochdruckseitigen Kühlmittels an der Auslassseite des Kühlers 200 höher als der Regeldruck P_c ist, wenn die Drehzahl des Kompressors 100 gleich der vorbestimmten Drehzahl R_o oder niedriger als diese ist, wird der Öffnungsgrad des Druckregelventils 300 in Schritt S190 vergrößert, sodass der Kühlmitteldruck P_h an der Auslassseite des Kühlers 200, der mittels des ersten Drucksensors 620 in Schritt S200 festgestellt wird, gleich dem Regeldruck P_c oder niedriger als dieser wird. Weiter wird in Schritt S210 bestimmt, ob der hochdruckseitige Kühlmitteldruck P_h gleich dem Regeldruck P_c oder niedriger als dieser ist oder nicht, und wird der Öffnungsgrad des Druckregelventils 300 vergrößert, bis der hochdruckseitige Kühlmitteldruck P_h gleich dem Regeldruck P_c oder niedriger als dieser ist. Das heißt, bei der ersten Ausführungsform wird die Drehzahl des Kompressors 100 erhöht, während der Öffnungsgrad des Druckregelventils 300 vergrößert wird, sodass der Kühlmitteldruck P_h an der Auslassseite des Kühlers 200 gleich dem Regeldruck P_c oder niedriger als dieser wird. Bei der ersten Ausführungsform ist der Regelungsbetrieb in den Schritten S100–S210 eine Ausgangsregelung, und ist der Regelungsbetrieb von Schritt S220 an eine allgemeine Regelung.

Wenn die Drehzahl des Kompressors 100 höher als die vorbestimmte Drehzahl R_o in Schritt S150 wird, wird die allgemeine Regelung durchgeführt. Wie in Fig. 3 dargestellt ist, wird, wenn die Drehzahl des Kompressors 100 größer als die vorbestimmte Drehzahl R_o in Schritt S150 ist, eine Solltemperatur T_t der von dem Kühler 200 aus in den Raum eingeblasenen Luft in Schritt S220 auf der Grundlage einer Einstelltemperatur T_s , die mittels der Temperatur-Einstelleinheit 660 eingestellt wird, und der Temperatur T_i der Einlassluft, die in den Kühler 200 einströmt und welche Einlassluft-Temperatur T_i mittels des Einlassluft-Temperatur-sensors 640 festgestellt wird, berechnet.

Als Nächstes wird die Kühlmitteltemperatur T_g an der Auslassseite des Kühlers 200, die mittels des Kühlmittel-Temperatur-sensors 600 festgestellt wird, eingegeben. Während der Schritte S220–S270 werden der Öffnungsgrad des Druckregelventils 300 und die Drehzahl des Kompressors 100 so geregelt, dass die Kühlmitteltemperatur T_g und der Kühlmitteldruck P_h an der Auslassseite des Kühlers 200 die Beziehung besitzen, die durch die geeignete Regelungslinie η_{\max} in Fig. 6 angegeben ist, und wird die Temperatur T_r der von dem Kühler 200 aus geblasenen Luft, die mittels des Auslassluft-Temperatur-sensors 650 festgestellt wird, zu der Solltemperatur T_t . Das heißt, die Kühlmitteltemperatur T_g an dem Auslass des Kühlers 200 wird mittels des Kühlmittel-Temperatur-sensors 610 in Schritt S230 festgestellt, der Kühlmitteldruck P_h an der Hochdruckseite wird in Schritt S240 geregelt, die Drehzahl R des Kompressors 100 wird in

Schritt S250 geregelt, und die Temperatur T_r der von dem Kühler 200 aus geblasenen Luft wird mittels des Auslassluft-Temperatur-sensors 650 in Schritt S260 festgestellt. Bis in Schritt S270 festgestellt wird, dass die Temperatur T_r der von dem Kühler 200 aus geblasenen Luft gleich der Solltemperatur T_t ist, wird der in den Schritten S230–S260 beschriebene Regelungsbetrieb durchgeführt.

Bei der ersten Ausführungsform zeigt die geeignete Regelungslinie η_{\max} die Beziehung zwischen der Kühlmitteltemperatur T_g an der Auslassseite des Kühlers 200 und dem Kühlmitteldruck P_h an der Auslassseite des Kühlers 200, wenn der Leistungskoeffizient des Kühlmittelzyklus maximal wird.

Als Nächstes wird in Schritt S280 der Leistungskoeffizient des überkritischen Kühlmittelzyklus auf der Grundlage der Kühlmitteltemperatur T_g an der Auslassseite des Kühlers 200, des Kühlmitteldrucks P_h , der mittels des ersten Kühlmittel-Drucksensors 620 festgestellt wird, und des Kühlmitteldrucks P_{low} , der mittels des zweiten Kühlmittel-Drucksensors 630 festgestellt wird, berechnet. Weiter wird der Wirkungsgrad im des Kompressors 100 auf der Grundlage des hochdruckseitigen Kühlmitteldrucks P_h , des niederdruckseitigen Kühlmitteldrucks P_{low} und der Drehzahl (N) des Kompressors 100 in Schritt S280 berechnet.

Ein theoretischer Leistungskoeffizient (theoretischer Wirkungsgrad) des überkritischen Kühlmittelzyklus während des Heizbetriebs ist angegeben als das Verhältnis ($\Delta h_g / \Delta h_{comp}$) der Wärmemenge, die in dem Kühler 200 abgestrahlt wird, zu der theoretischen Kompressionsgröße je Kühlmittel-Massenstrom, wie in Fig. 7 dargestellt ist. Der effektive Wirkungsgrad (tatsächliche Wirkungsgrad) η des Kühlmittelzyklus ist das Produkt des theoretischen Leistungskoeffizienten und des Wirkungsgrades η_m des Kompressors 100.

Andererseits ist der Wirkungsgrad η_m des Kompressors 100 das Produkt des Wirkungsgrades des Elektromotors M und des Kompressionswirkungsgrades η_w , wie in Fig. 8 dargestellt ist. Jeder Kompressor 100 besitzt einen festgelegten Wirkungsgrad η_m . Weiter ist der Wirkungsgrad η_m des Kompressors 100 das Verhältnis zwischen der theoretischen Kompressionsmenge und der verbrauchten Energie W_i .

Als Nächstes wird unter der Voraussetzung, dass die Drehzahl R des Kompressors 100 auf eine vorbestimmte Drehzahl herabgesetzt ist, sodass die von dem Kompressor 100 abgegebene Kühlmittelmenge verkleinert ist, der Kühlmitteldruck an der Auslassseite des Kühlers 200, der für das Aufrechterhalten der gegenwärtigen Heizkapazität des Kühlers 200 notwendig ist, berechnet (simuliert), und werden der Wirkungsgrad η_m des Kompressors 100 und der theoretische Wirkungsgrad η des Kühlmittelzyklus auf der Grundlage der Berechnung des Kühlmitteldrucks (Simulation des Kühlmitteldrucks) in Schritt S290 in Fig. 4 berechnet. Wenn der Volumenwirkungsgrad η_v des Kompressors 100 infolge einer Veränderung der Drehzahl R des Kompressors 100 oder des hochdruckseitigen Kühlmitteldrucks P_h verändert wird, wird die von dem Kompressor 100 abgegebene Kühlmittelmenge verändert. Entsprechend ist es, wenn der hochdruckseitige Kühlmitteldruck berechnet wird oder wenn der Arbeitszustand des überkritischen Kühlmittelzyklus simuliert wird, notwendig, den Volumenwirkungsgrad η_v zu berücksichtigen. Der Volumenwirkungsgrad η_v ist für das Verhältnis (M_d / M_i) der Menge M_d des Kühlmittelmassenstroms, der von dem Kompressor 100 abgegeben wird, und der theoretischen Menge M_i des Ansaugmassenstroms bei der Drehzahl des Kompressors 100 beim Ansaugen.

Als Nächstes werden in Schritt S300 der Wirkungsgrad η des Kühlmittelzyklus, der in Schritt S290 berechnet worden

ist, und der gegenwärtige Wirkungsgrad η verglichen. Wenn der in Schritt S290 berechnete Berechnungswirkungsgrad η größer als der gegenwärtige Wirkungsgrad η ist, wird die Drehzahl des Kompressors 100 um einen vorbestimmten Wert (beispielsweise um 100 Upm) herabgesetzt, und wird der Öffnungsgrad des Druckregelventils 300 so geregelt, und zwar in Schritt S310, dass der hochdruckseitige Kühlmitteldruck P_h gleich dem in Schritt S290 berechneten Kühlmitteldruck wird.

Wenn andererseits in Schritt S300 bestimmt wird, dass der Berechnungswirkungsgrad η , der in Schritt S290 berechnet worden ist, gleich dem gegenwärtigen Wirkungsgrad η oder niedriger als dieser ist, wird unter der Voraussetzung, dass die Drehzahl des Kompressors 100 um eine vorbestimmte Drehzahl (beispielsweise um 100 Upm) erhöht wird, sodass die von dem Kompressor 100 abgegebene Kühlmittelmenge vergrößert wird, der Kühlmitteldruck an der Auslassseite des Kühlers 200, der zum Aufrechterhalten der gegenwärtigen Heizkapazität des Kühlers 200 notwendig ist, berechnet (simuliert), und werden der Wirkungsgrad η_m des Kompressors 100 und der theoretische Wirkungsgrad η des Kühlmittelzyklus auf der Grundlage des Kühlmittel-Berechnungsdrucks (des Kühlmittel-Simulationsdrucks) in Schritt S320 berechnet.

Als Nächstes werden in Schritt S330 der Berechnungswirkungsgrad η des Kühlmittelzyklus, der in Schritt S320 berechnet worden ist, und der gegenwärtige Wirkungsgrad η des Kühlmittelzyklus verglichen. Wenn der Berechnungswirkungsgrad η , der in Schritt S320 berechnet worden ist, höher als der gegenwärtige Wirkungsgrad η ist, wird die Drehzahl des Kompressors 100 um einen vorbestimmten Wert so erhöht, und wird der Öffnungsgrad des Druckregelventils 300 so geregelt, und zwar in Schritt S310, dass der hochdruckseitige Kühlmitteldruck P_h gleich dem in Schritt S320 berechneten Kühlmitteldruck wird.

Wenn andererseits in Schritt S330 bestimmt wird, dass der Berechnungswirkungsgrad η , der in Schritt S320 berechnet worden ist, gleich dem gegenwärtigen Wirkungsgrad η oder niedriger als dieser ist, werden der Öffnungsgrad des Druckregelventils 300 und die Drehzahl des Kompressors 100 im gegenwärtigen Zustand in Schritt S340 aufrechterhalten. Das heißt, in Schritt S340 wird der Zustand von S280 aufrechterhalten.

Als Nächstes wird die Solltemperatur T_t der von dem Kühler 200 aus zu dem Raum geblasenen Luft in Schritt S350 berechnet, und wird die Lufttemperatur T_r der von dem Kühler 200 aus geblasenen Luft mittels des Außenluft-Temperatursensors 650 in Schritt S360 festgestellt. Weiter wird in Schritt S370 die Lufttemperatur T_r von dem Kühler 200 mit der Solltemperatur T_t verglichen. Wenn die Lufttemperatur T_r von dem Kühler 200 gleich der Solltemperatur T_t in Schritt S370 ist, werden der gegenwärtige Öffnungsgrad des Druckregelventils 300 und die gegenwärtige Drehzahl des Kompressors 100 in Schritt S340 aufrechterhalten.

Wenn sich andererseits die Lufttemperatur T_r der von dem Kühler 100 aus in den Raum geblasenen Luft von der Solltemperatur T_t unterscheidet, wird in Schritt S380 in Fig. 5 die Kühlmitteltemperatur T_g an der Auslassseite des Kühlers 200 festgestellt. Weiter wird der Öffnungsgrad des Druckregelventils 300 in Schritt S390 geregelt, wird die Drehzahl des Kompressors 100 in Schritt S400 geregelt, wird die Solltemperatur T_t der von dem Kühler 200 aus in den Raum geblasenen Luft in Schritt S410 berechnet, und wird die Temperatur T_r der von dem Kühler 200 aus geblasenen Luft in Schritt S420 festgestellt. Danach wird die Temperatur T_r der mittels des Kühlers 200 erhitzten Luft mit der Solltemperatur T_t in Schritt S430 verglichen, und wird

die Betriebsregelung der Schritte S380–S390 wiederholt, bis die Temperatur T_r der von dem Kühler 200 aus geblasenen Luft gleich der Solltemperatur T_t wird. Das heißt, der Öffnungsgrad des Druckregelventils 300 und die Drehzahl des Kompressors 100 werden so geregelt, dass die Kühlmitteltemperatur T_g und der Kühlmitteldruck P_h an der Auslassseite des Kühlers 200 die geeignete Regelungslinie η aufweisen und die mittels des Außenluft-Temperatursensors 650 festgestellte Lufttemperatur T_r gleich der Solltemperatur T_t wird. Nachdem in Schritt S430 bestimmt worden ist, dass die mittels des Außenluft-Temperatursensors 650 festgestellte Lufttemperatur T_r gleich der Solltemperatur T_t ist, wird der Regelungsbetrieb der Schritte S280–S430 wiederholt.

Weil gemäß der ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung die von dem Kompressor 100 abgegebene Kühlmittelmenge und der Öffnungsgrad des Druckregelventils 300 geregelt werden, können sowohl der theoretische Wirkungsgrad des Kühlzyklus als auch der Wirkungsgrad η_m des Kompressors 100 erhöht werden. Entsprechend kann der tatsächliche Wirkungsgrad η des Kühlmittelzyklus erhöht werden, während die notwendige Kapazität des Kühlzyklus erreicht wird.

Beispielsweise wird, wie in Fig. 8 und 9 dargestellt ist, wenn die Drehzahl des Kompressors 100 von 8.000 Upm auf 6.000 Upm herabgesetzt wird, während die gegenwärtige Heizkapazität aufrechterhalten bleibt, das Kompressionsverhältnis (P_d/P_s) des Kompressors 100 erhöht. Weil jedoch in diesem Fall der Kompressionswirkungsgrad η_w und der Volumenwirkungsgrad des η_v Kompressors 100 erhöht werden, ist es möglich, den Wirkungsgrad η_m des Kompressors 100 zu erhöhen.

In Fig. 10 ist die mit einer gestrichelten Linie dargestellte Kurve, die die Maximum-Punkte der COP-Regelung verbindet, die maximale Regelungslinie η_0 , wo nur der hochdruckseitige Kühlmitteldruck P_h zur Vergrößerung der Kapazität des Kühlzyklussystems erhöht wird, und ist die mit einer ausgezogenen Linie dargestellte Kurve, die die geeigneten Regelungspunkte nach Korrektur verbindet, die geeignete Regelungslinie η , wo sowohl der hochdruckseitige Kühlmitteldruck P_h als auch die von dem Kompressor 100 abgegebene Kühlmittelmenge geregelt werden. Wie in Fig. 10 dargestellt ist, ist bei der ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung der tatsächliche Wirkungsgrad (COP) des Kühlmittelzyklus verbessert. Das heißt, bei dem gleichen hochdruckseitigen Kühlmitteldruck P_h ist der tatsächliche Wirkungsgrad des Kühlmittelzyklus erhöht.

Nachfolgend wird eine zweite bevorzugte Ausführungsform der vorliegenden Erfindung unter Bezugnahme auf Fig. 11–14 beschrieben. Bei der oben beschriebenen ersten Ausführungsform wird der effektive Wirkungsgrad (der tatsächliche Wirkungsgrad) η des Kühlmittelzyklus auf der Grundlage des theoretischen Wirkungsgrades des Kühlmittelzyklus und des Wirkungsgrades η des Kompressors 100 berechnet. Bei der zweiten Ausführungsform werden jedoch, nachdem der effektive Wirkungsgrad η des Kühlmittelzyklus gemessen worden ist, die von dem Kompressor 100 abgegebene Kühlmittelmenge und der Öffnungsgrad des Druckregelventils 300 auf der Grundlage des gemessenen effektiven Wirkungsgrades η geregelt.

Nachfolgend wird der Regelungsbetrieb des Kühlmittelzyklus gemäß der zweiten Ausführungsform unter Bezugnahme auf Fig. 11–14 beschrieben. Wie in Fig. 2 dargestellt ist, wird, wenn ein Betriebsschalter (A/C) des überkritischen Kühlmittelzyklus (Klimaanlage) in Schritt S500 eingeschaltet wird, der Ausgangs-Kühlmitteldruck P_o der mittels des ersten Kühlmittel-Drucksensors 620 festgestellt wird, bevor der Kompressor 100 den Betrieb beginnt, in Schritt S510

eingegeben. Als Nächstes wird der Regelungsdruck P_c zu der Startzeit des Kompressors 100 auf der Grundlage des Ausgangs-Kühlmitteldrucks P_o , der in Schritt S510 eingegeben worden ist, bestimmt, und wird der Öffnungsgrad des Druckregelventils 300 auf einen Ausgangs-Öffnungsgrad in Schritt S530 eingestellt. Bei der zweiten Ausführungsform ist der Regelungsdruck P_c um etwa 2 MPa höher als der Ausgangs-Kühlmitteldruck P_o vor dem Start des Kompressors 100.

Als Nächstes wird während einer Periode, während der die Drehzahl des Kompressors 100 auf eine vorbestimmte Drehzahl von dem Startbetrieb des Kompressors 100 an erhöht wird, der Öffnungsgrad des Druckregelventils 300 so eingestellt, dass der Kühlmitteldruck an der Auslassseite des Kühlers 200 gleich dem Regeldruck P_c oder niedriger als dieser wird, und wird die Drehzahl des Kompressors 100 auf eine vorbestimmte Drehzahl erhöht, dies in den Schritten S540–S610. Insbesondere wird, nachdem der Betrieb des Kompressors 100 in Schritt S540 gestartet worden ist, in Schritt S550 bestimmt, ob die Drehzahl R_c des Kompressors 100 gleich einer vorbestimmten Drehzahl R_o oder niedriger als diese ist oder nicht. Wenn die Drehzahl R_c des Kompressors 100 gleich der vorbestimmten Drehzahl R_o oder niedriger als diese ist und wenn der Kühlmitteldruck an der Auslassseite des Kühlers 200 gleich dem Regeldruck P_c oder niedriger als dieser ist, wird die Drehzahl R_c des Kompressors 100 erhöht, während der Öffnungsgrad des Druckregelventils 300 auf den Ausgangs-Öffnungsgrad eingestellt wird, dies in den Schritten S550–S580. Das heißt, wenn in Schritt S550 bestimmt wird, dass die Drehzahl R_c des Kompressors 100 gleich der vorbestimmten Drehzahl R_o oder niedriger als diese ist, wird die Drehzahl R_c des Kompressors 100 in Schritt S560 erhöht, und wird der hochdruckseitige Kühlmitteldruck P_h mittels des ersten Drucksensors 620 in Schritt S570 festgestellt. Als Nächstes wird in Schritt S580 bestimmt, ob der hochdruckseitige Kühlmitteldruck P_h gleich dem Regeldruck P_c oder niedriger als dieser ist oder nicht.

Wenn in Schritt S580 bestimmt wird, dass der Druck P_h des hochdruckseitigen Kühlmittels an der Auslassseite des Kühlers 200 höher als der Regeldruck P_c ist, wenn die Drehzahl des Kompressors 100 gleich der vorbestimmten Drehzahl R_o oder niedriger als diese ist, wird der Öffnungsgrad des Druckregelventils 300 in Schritt S590 vergrößert, sodass der Kühlmitteldruck P_h an der Auslassseite des Kühlers 300, der mittels des ersten Drucksensors 620 in Schritt S600 festgestellt wird, gleich dem Regelungsdruck P_c oder niedriger als dieser wird. Weiter wird in Schritt S610 bestimmt, ob der hochdruckseitige Kühlmitteldruck P_h gleich dem Regeldruck P_c oder niedriger als dieser ist, und wird der Öffnungsgrad des Druckregelventils 300 erhöht, bis der hochdruckseitige Kühlmitteldruck P_h gleich dem Regelungsdruck P_c oder niedriger als dieser ist. Das heißt, bei der zweiten Ausführungsform wird in einem Fall, bei dem die Drehzahl des Kompressors 100 gleich der vorbestimmten Drehzahl R_o oder niedriger als diese ist, wenn der hochdruckseitige Kühlmitteldruck P_h an der Auslassseite des Kühlers 200 höher als der Regelungsdruck P_c ist, die Drehzahl des Kompressors 100 erhöht, während der Öffnungsgrad des Druckregelventils 300 vergrößert wird, sodass der Kühlmitteldruck P_h an der Auslassseite des Kühlers 200 gleich dem Regelungsdruck P_c oder niedriger als dieser wird.

Wenn die Drehzahl des Kompressors 100 höher als die vorbestimmte Drehzahl R_o in Schritt S550 ist, wird eine Solltemperatur T_t der von dem Kühler 200 aus in den Raum geblasenen Luft in Schritt S620 auf der Grundlage der Einstelltemperatur T_s , die mittels der Temperatur-Einstellein-

heit 660 eingestellt worden ist, und der Einlassluft-Temperatur T_i der Einlassluft, die in den Kühler 200 einströmt und welche Temperatur mittels des Einlassluft-Temperatursensors 640 festgestellt wird, berechnet.

Als Nächstes wird in Schritt S630 die Kühlmitteltemperatur T_g an der Auslassseite des Kühlers 200, die mittels des Kühlmittel-Temperatursensors 610 festgestellt wird, eingegeben. Während der Schritte S620–S670 werden der Öffnungsgrad des Druckregelventils 300 und die Drehzahl R des Kompressors 100 so geregelt, dass die Kühlmitteltemperatur T_g und der Kühlmitteldruck P_h an der Auslassseite des Kühlers 200 die mittels der geeigneten Regelungslinie in Fig. 6 angegebene Beziehung besitzen, und wird die Temperatur T_r der von dem Kühler 200 aus geblasenen Luft, welche Temperatur mittels des Auslassluft-Temperatursensors 650 festgestellt wird, die Solltemperatur T_t . Das heißt, die Kühlmitteltemperatur T_g an dem Auslass des Kühlers 200 wird mittels des Kühlmittel-Temperatursensors 610 in Schritt S630 festgestellt, der Kühlmitteldruck P_h an der Hochdruckseite wird in Schritt S640 geregelt, die Drehzahl R des Kompressors 100 wird in Schritt S650 geregelt, und die Temperatur T_r der von dem Kühler 200 aus geblasenen Luft wird mittels des Auslassluft-Temperatursensors 650 in Schritt S660 festgestellt. Bis in Schritt S670 festgestellt wird, dass die Temperatur T_r der von dem Kühler 200 aus geblasenen Luft gleich der Solltemperatur T_t ist, wird der in den Schritten S630–S660 beschriebene Regelungsbetrieb durchgeführt.

Als Nächstes wird in Schritt S680 die Wärmemenge, die von dem Kühler 200 aus an Luft abgestrahlt wird, auf der Grundlage der Temperaturdifferenz zwischen der Temperatur der Luft, die in den Kühler 200 einströmt, und der Temperatur der Luft, die von dem Kühler 200 aus geblasen wird, und der Menge der Luft, die durch den Kühler 200 hindurch tritt, und dergleichen berechnet. Weiter wird die verbrauchte Energie (verbrauchte elektrische Energie), die in dem Kompressor 100 tatsächlich verbraucht wird, festgestellt, und wird der Leistungskoeffizient (der effektive Wirkungsgrad η) des überkritischen Kühlzyklus in Schritt S680 berechnet. Der effektive Wirkungsgrad η des überkritischen Kühlzyklus, der in Schritt S680 bei der zweiten Ausführungsform berechnet wird, enthält alle Verluste, die durch den Betrieb des überkritischen Kühlzyklus entstehen, beispielsweise den Kühlmittel-Druckverlust in dem Kühler 200 und in dem Verdampfer 400, den Joule-Verlust und den Wärme-Verlust in dem Kompressor 100. Der effektive Wirkungsgrad η des überkritischen Kühlzyklus bei der zweiten Ausführungsform ist gleich demjenigen bei der oben beschriebenen ersten Ausführungsform.

Bei der zweiten Ausführungsform wird die Wärmemenge mittels der Differenz der Temperatur der Luft, die in den Kühler 200 einströmt, und der Luft, die aus dem Kühler 200 ausströmt, und der Luftmenge, die durch den Kühler 200 hindurch tritt, und dergleichen berechnet. Das heißt, die Wärmemenge, die von dem Kühler 200 aus an Luft abgestrahlt wird, umfasst die Menge der sich bewegenden Wärme, die sich von der Niedertemperatur-Seite (beispielsweise von der Seite des Verdampfers 400) aus zu der Hochtemperatur-Seite (beispielsweise der Seite des Kühlers 200) hin bewegt, und die Kompressions-Wärmemenge von dem Kompressor 100 an das Kühlmittel.

Als Nächstes wird, wie in Fig. 13 dargestellt ist, in Schritt S690 die Drehzahl R des Kompressors 100 um eine vorbestimmte Drehzahl (beispielsweise um 100 Upm) erhöht, und wird der Öffnungsgrad des Druckregelventils 300 vergrößert, sodass die vorliegende Heizkapazität von Schritt S680 aufrechterhalten bleibt. Danach wird in Schritt S700 der gegenwärtige effektive Wirkungsgrad η des Kühlmittelzyklus

auf die dieselbe Weise wie in Schritt S680 berechnet. In Schritt S700 wird der gegenwärtige effektive Wirkungsgrad η angegeben als " η_n ", und wird der vorausgehende effektive Wirkungsgrad η , der in Schritt S680 berechnet worden ist, angegeben als " η_{n-1} ". Als Nächstes werden in Schritt S710 der vorausgehende effektive Wirkungsgrad η_{n-1} , der in Schritt S680 berechnet worden ist, und der gegenwärtige effektive Wirkungsgrad η_n , der in Schritt S710 berechnet worden ist, verglichen, sodass bestimmt wird, ob der gegenwärtige effektive Wirkungsgrad η_n , der in Schritt S710 berechnet worden ist, höher als der vorausgehende effektive Wirkungsgrad η_{n-1} , der in Schritt S680 berechnet worden ist, ist oder nicht. Wenn der gegenwärtige effektive Wirkungsgrad η_n ist, wird die Drehzahl des Kompressors 100 wieder erhöht, und hiernach wird der Öffnungsgrad des Druckregelventils 300 vergrößert, dies in Schritt S680, sodass die gegenwärtige Heizkapazität von Schritt S680 aufrechterhalten wird. Hiernach wird der gegenwärtige effektive Wirkungsgrad η_n wieder in Schritt S700 berechnet, und werden der vorausgehende effektive Wirkungsgrad η_{n-1} , der das vorausgehende Mal in Schritt S700 berechnet worden ist, und der gegenwärtige effektive Wirkungsgrad η_n , der das gegenwärtige Mal in Schritt S700 berechnet worden ist, in Schritt S710 verglichen. Das heißt, bis der gegenwärtige effektive Wirkungsgrad η_n , der das gegenwärtige Mal berechnet worden ist, gleich dem vorausgehenden effektiven Wirkungsgrad η_{n-1} , der das vorausgehende Mal, und zwar zu einer Zeit einmal vor dem gegenwärtigen Mal, berechnet worden ist, oder niedriger als dieser wird, wird der Regelungsbetrieb der Schritte S690–S710 wiederholt.

Wenn bestimmt wird, dass der gegenwärtige effektive Wirkungsgrad η_n , der zu dem gegenwärtigen Mal berechnet wird, gleich dem vorausgehenden effektiven Wirkungsgrad η_{n-1} , der das vorausgehende Mal, und zwar zu einer Zeit einmal vor dem gegenwärtigen Mal, in Schritt S710 berechnet worden ist, oder kleiner als dieser ist, wird die Drehzahl des Kompressors 100 um eine vorbestimmte Drehzahl (beispielsweise um 100 Upm) herabgesetzt, und hiernach wird der Öffnungsgrad des Druckregelventils 300 ebenfalls herabgesetzt, dies in Schritt S720, sodass die gegenwärtige Heizkapazität, die in Schritt S680 berechnet worden ist, aufrechterhalten bleibt. Danach wird in Schritt S730 der gegenwärtige effektive Wirkungsgrad η_n in der gleichen Weise wie in Schritt S680 berechnet. Als Nächstes werden in Schritt S740 der vorausgehende effektive Wirkungsgrad η_{n-1} , der in Schritt S700 berechnet worden ist, und der gegenwärtige effektive Wirkungsgrad η_n , der in Schritt S730 berechnet worden ist, verglichen, sodass bestimmt wird, ob der gegenwärtige effektive Wirkungsgrad η_n , der in Schritt S730 berechnet worden ist, höher als der vorausgehende effektive Wirkungsgrad η_{n-1} ist, der in Schritt S710 berechnet worden ist. Wenn der gegenwärtige effektive Wirkungsgrad η_n höher als der vorausgehende effektive Wirkungsgrad η_{n-1} ist, wird die Drehzahl R des Kompressors 100 wieder herabgesetzt, und hiernach wird der Öffnungsgrad des Druckregelventils 300 verkleinert, dies in Schritt S720, sodass die gegenwärtige Heizkapazität von Schritt S680 aufrechterhalten bleibt. Hiernach wird der gegenwärtige effektive Wirkungsgrad η_n wieder in Schritt S730 berechnet, und werden der vorausgehende effektive Wirkungsgrad η_{n-1} , der das vorausgehende Mal in Schritt S730 berechnet worden ist, und der gegenwärtige effektive Wirkungsgrad η_n , der das gegenwärtige Mal in Schritt S730 berechnet worden ist, in Schritt S740 verglichen. Das heißt, bis der gegenwärtige effektive Wirkungsgrad η_n , der das gegenwärtige Mal berechnet worden ist, gleich dem vorausgehenden effektiven Wirkungsgrad η_{n-1} , der das vorausgehende Mal, und zwar

zu einer Zeit einmal vor dem gegenwärtigen Mal, berechnet worden ist, oder kleiner als dieser wird, wird der Regelungsbetrieb der Schritte S720–S740 wiederholt.

Wenn bestimmt wird, dass der gegenwärtige effektive Wirkungsgrad η_n , der das gegenwärtige Mal berechnet wird, gleich dem vorausgehenden effektiven Wirkungsgrad η_{n-1} , der das vorausgehende Mal, und zwar zu einer Zeit einmal vor dem gegenwärtigen Mal, berechnet worden ist, oder niedriger als dieser ist, wird die Solltemperatur T_t der von dem Kühler 200 aus geblasenen Luft in Schritt S750 berechnet, und wird die Temperatur T_r der von den Kühler 200 aus geblasenen Luft in Schritt S760 festgestellt. Als Nächstes wird in Schritt S770 die festgestellte Temperatur T_r der von dem Kühler 200 aus geblasenen Luft mit der Solltemperatur T_t der von dem Kühler 200 aus geblasenen Luft verglichen. Wenn die Lufttemperatur T_r gleich der Solltemperatur T_t ist, bleiben der Öffnungsgrad des Druckregelventils 300 und die Drehzahl R des Kompressors 100 in den gegenwärtigen Zuständen (d. h. in den Zuständen des letzten Mals in Schritt S720) aufrechterhalten. Wenn sich die Temperatur T_r der in den Raum von dem Kühler 200 aus geblasenen Luft von der Solltemperatur T_t unterscheidet, wird der Regelungsbetrieb der Schritte S780–S830 in Fig. 14 durchgeführt. Das heißt, wenn sich die Temperatur T_r der in den Raum von dem Kühler 200 aus eingeblasenen Luft von der Solltemperatur T_t in Schritt S770 unterscheidet, wird die Kühlmitteltemperatur T_g an der Auslassseite des Kühlers 200 mittels des Kühlmittel-Temperaturensors 610 in Schritt S780 festgestellt, wird der Kühlmitteldruck P_h an der Hochdruckseite in Schritt S790 geregelt, und wird die Drehzahl R des Kompressors 100 in Schritt S800 geregelt, wird die Solltemperatur T_t der von dem Kühler 200 aus geblasenen Luft in Schritt S810 berechnet, und wird die Temperatur T_r der von dem Kühler 200 aus geblasenen Luft mittels des Auslassluft-Temperaturensors 650 in Schritt S820 festgestellt. Jetzt werden der Öffnungsgrad des Druckregelventils 300 und die Drehzahl R des Kompressors 100 so geregelt, dass die Kühlmitteltemperatur T_g und der Kühlmitteldruck P_h an der Auslassseite des Kühlers 200 auf der geeigneten Regelungslinie η positioniert werden und die festgestellte Temperatur T_r der in den Raum von den Kühler 200 aus geblasenen Luft zu der Solltemperatur T_t wird. Bis bestimmt wird, dass die Temperatur T_r der von dem Kühler aus geblasenen Luft gleich der Solltemperatur T_t in Schritt S830 ist, wird der in den Schritten S780–S830 beschriebene Regelungsbetrieb durchgeführt. Nachdem bestimmt worden ist, dass die Temperatur T_r der von dem Kühler 200 aus geblasenen Luft gleich der Solltemperatur T_t in Schritt S830 ist, bewegt sich das Regelungsprogramm zu Schritt S680, und wird die Betriebsregelung der Schritte S680–S830 wiederholt.

Gemäß der zweiten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung wird der effektive Wirkungsgrad η (d. h. der effektive Leistungskoeffizient) des Kühlmittelzyklus auf der Grundlage der Menge der sich bewegenden Wärme, die sich von dem Verdampfer 400 aus zu dem Kühler 200 hin bewegt, und der verbrauchten Energie, die von dem Kompressor 100 verbraucht wird, berechnet, und dann werden die Kühlmittelmenge (d. h. die Drehzahl R), die von dem Kompressor 100 abgegeben wird, und der Öffnungsgrad des Druckregelventils 300 auf der Grundlage des effektiven Wirkungsgrades η berechnet. Entsprechend wird der effektive Wirkungsgrad η vergrößert, während die notwendige Kapazität der Bauteile des Kühlmittelzyklus erreicht ist.

Nachfolgend wird eine dritte bevorzugte Ausführungsform der vorliegenden Erfindung unter Bezugnahme auf Fig. 15 beschrieben. Bei der oben beschriebenen zweiten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung wird, nachdem die Drehzahl R (die Abgabe-Kühlmittelmenge) des

Kompressors 100 verändert worden ist, der Öffnungsgrad des Druckregelventils 300 geregelt. Bei der dritten Ausführungsform wird jedoch, nachdem der Öffnungsgrad des Druckregelventils 300 verändert worden ist, die von dem Kompressor 100 abgegebene Kühlmittelmenge geregelt. Das heißt, der Regelungsbetrieb der Schritte S690–S740 in Fig. 13 wird verändert, wie in Fig. 15 dargestellt ist. Bei der dritten Ausführungsform sind die übrigen Teile gleich denjenigen bei der oben beschriebenen zweiten Ausführungsform.

Wie in Fig. 15 dargestellt ist, wird in Schritt S691, nachdem der Öffnungsgrad des Druckregelventils 300 größer gemacht worden ist, sodass der Kühlmitteldruck P_h an der Hochdruckseite um einen vorbestimmten Druck (beispielsweise um 0,1 MPa) gesenkt wird, die Drehzahl R des Kompressors 100 erhöht, sodass die gegenwärtige Heizkapazität von Schritt S680 aufrechterhalten bleibt. Als Nächstes wird in Schritt S701 der effektive Wirkungsgrad η des Kühlmittelzyklus in der gleichen Weise wie in Schritt S680 berechnet. Als Nächstes werden in Schritt S711 der vorausgehende effektive Wirkungsgrad η_{n-1} , der in Schritt S680 berechnet worden ist, und der gegenwärtige effektive Wirkungsgrad η_n , der in Schritt S711 berechnet worden ist, verglichen, sodass bestimmt wird, ob der gegenwärtige effektive Wirkungsgrad η_n , der in Schritt S711 berechnet worden ist, höher als der vorausgehende effektive Wirkungsgrad η_{n-1} , der in Schritt S680 berechnet worden ist, ist oder nicht. Wenn der gegenwärtige effektive Wirkungsgrad η_n höher als der vorausgehende effektive Wirkungsgrad η_{n-1} ist, wird der Öffnungsgrad des Druckregelventils 300 vergrößert, sodass der Kühlmitteldruck P_h an der Hochdruckseite weiter um einen vorbestimmten Druck (beispielsweise um 0,1 MPa) herabgesetzt wird, und danach wird die Drehzahl R des Kompressors 100 in Schritt S691 wieder erhöht, sodass die gegenwärtige Heizkapazität von Schritt S680 aufrechterhalten bleibt. Danach wird der gegenwärtige effektive Wirkungsgrad η_n in Schritt S701 wieder berechnet, und werden der vorausgehende effektive Wirkungsgrad η_{n-1} , der bei dem vorausgehenden Mal in Schritt S701 berechnet worden ist, und der gegenwärtige effektive Wirkungsgrad η_n , der beim gegenwärtigen Mal in Schritt S701 berechnet worden ist, in Schritt S711 verglichen. Das heißt, bis der gegenwärtige effektive Wirkungsgrad η_n , der das gegenwärtige Mal berechnet worden ist, gleich dem vorausgehenden effektiven Wirkungsgrad η_{n-1} , der das vorausgehende Mal, und zwar zu einer Zeit einmal vor dem gegenwärtigen Mal, berechnet worden ist, oder geringer als dieser wird, wird die Betriebsregelung der Schritte S691–S711 wiederholt.

Wenn in Schritt S711 bestimmt wird, dass der gegenwärtige effektive Wirkungsgrad η_n , der das gegenwärtige Mal berechnet wird, gleich dem vorausgehenden effektiven Wirkungsgrad η_{n-1} , der das vorausgehende Mal, und zwar zu einer Zeit einmal vor dem gegenwärtigen Mal, berechnet worden ist, oder niedriger als dieser ist, wird der Öffnungsgrad des Druckregelventils 300 kleiner gemacht, sodass der Kühlmitteldruck P_h an der Hochdruckseite um einen vorbestimmten Druck (beispielsweise um 0,1 MPa) erhöht wird, und wird die Drehzahl R des Kompressors 100 in Schritt S721 herabgesetzt, sodass die gegenwärtige Heizkapazität von Schritt S680 aufrechterhalten bleibt. Als Nächstes wird in Schritt S731 der effektive Wirkungsgrad η des Kühlmittelzyklus in der gleichen Weise wie in Schritt S680 berechnet. Als Nächstes werden in Schritt S741 der vorausgehende effektive Wirkungsgrad η_{n-1} , der das letzte Mal in Schritt S701 berechnet worden ist, und der gegenwärtige effektive Wirkungsgrad η_n , der in Schritt S731 berechnet worden ist, verglichen, sodass bestimmt wird, ob der gegenwärtige effektive Wirkungsgrad η_n , der in Schritt S731 berechnet wor-

den ist, höher als der vorausgehende effektive Wirkungsgrad η_{n-1} , der in Schritt S701 berechnet worden ist, ist. Wenn der gegenwärtige effektive Wirkungsgrad η_n höher als der vorausgehende effektive Wirkungsgrad η_{n-1} ist, wird der Öffnungsgrad des Druckregelventils 300 verkleinert, sodass der Kühlmitteldruck P_h an der Hochdruckseite weiter um einen vorbestimmten Druck (beispielsweise um 0,1 MPa) erhöht wird, und hiernach wird die Drehzahl R des Kompressors 100 in Schritt S721 wieder abgesenkt, sodass die gegenwärtige Heizkapazität von Schritt S680 aufrechterhalten bleibt. Hiernach wird der effektive Wirkungsgrad η_n wieder in Schritt S731 berechnet, und werden der vorausgehende Wirkungsgrad η_{n-1} , der bei dem vorausgehenden Mal in Schritt S731 berechnet worden ist, und der gegenwärtige effektive Wirkungsgrad η_n , der bei dem gegenwärtigen Mal in Schritt S731 berechnet worden ist, in Schritt S741 verglichen. Das heißt, bis der gegenwärtige effektive Wirkungsgrad η_n , der das gegenwärtige Mal berechnet worden ist, gleich dem vorausgehenden effektiven Wirkungsgrad η_{n-1} , der das vorausgehende Mal, und zwar zu einer Zeit einmal vor dem gegenwärtigen Mal, berechnet worden ist, oder niedriger als dieser ist, wird die Betriebsregelung der Schritte S721–S741 wiederholt.

Wenn bestimmt wird, dass der gegenwärtige effektive Wirkungsgrad η_n , der das gegenwärtige Mal berechnet worden ist, gleich dem vorausgehenden effektiven Wirkungsgrad η_{n-1} , der das vorausgehende Mal, und zwar zu einer Zeit einmal vor dem gegenwärtigen Mal, berechnet worden ist, oder niedriger als dieser ist, wird die Betriebsregelung in Schritt S750 in Fig. 13 durchgeführt. Auf diese Weise kann bei der dritten Ausführungsform die Wirkung gleich derjenigen der oben beschriebenen zweiten Ausführungsform erreicht werden.

Nachfolgend wird eine vierte bevorzugte Ausführungsform der vorliegenden Erfindung unter Bezugnahme auf Fig. 16 und 17 beschrieben. Bei einem Kühlmittelzyklus der vierten Ausführungsform ist ferner ein Kühlmittel-Temperatursensor 670 zum Feststellen der Temperatur des Kühlmittels, unmittelbar nachdem dieses von dem Kompressor 100 abgegeben worden ist, im Vergleich mit der Struktur des bei der ersten Ausführungsform beschriebenen Kühlmittelzyklus vorgesehen. Bei der vierten Ausführungsform werden die Kühlmittelmenge, die von dem Kompressor 100 abgegeben wird, und der Öffnungsgrad des Druckregelventils 300 geregelt, sodass der effektive Wirkungsgrad η_n so groß wie möglich vergrößert wird, während die Temperatur des Kühlmittels, die mittels des Kühlmittel-Temperaturensors 670 festgestellt wird, gleich einer vorbestimmten Temperatur T_{do} , (beispielsweise etwa 150°C bei der vierten Ausführungsform) oder niedriger als diese wird.

Als Nächstes wird der Regelungsbetrieb des Kühlmittelzyklus gemäß der vierten Ausführungsform unter Bezugnahme auf Fig. 17 beschrieben. Bei der vierten Ausführungsform sind die Regelungsschritte von S680 an, die bei der obigen zweiten Ausführungsform beschrieben worden sind, verändert. Das heißt, der Regelungsbetrieb, der in den Schritten S500 bis S670 bei der zweiten Ausführungsform beschrieben worden ist, ist gleich demjenigen bei der vierten Ausführungsform.

Wie in Fig. 17 dargestellt ist, wird nach Schritt S670 in Fig. 12 die Temperatur T_d des unmittelbar von dem Kompressor 100 abgegebenen Kühlmittels mittels des Kühlmittel-Temperaturensors 670 festgestellt und in Schritt S682 eingegeben. Als Nächstes wird in Schritt S702 bestimmt, ob die festgestellte Kühlmitteltemperatur T_d gleich einer vorbestimmten Temperatur T_{do} oder niedriger als diese ist. Wenn bestimmt wird, dass die Kühlmitteltemperatur T_d gleich der vorbestimmten Temperatur T_{do} oder niedriger als

diese ist, wird der Regelungsbetrieb von Schritt S680 bei der zweiten Ausführungsform an durchgeführt.

Wenn andererseits in Schritt S702 bestimmt wird, dass die Kühlmitteltemperatur T_d höher als die vorbestimmte Temperatur T_{do} ist, wird der effektive Wirkungsgrad η (d. h. der effektive Leistungskoeffizient) des Kühlmittelzyklus in Schritt S712 in gleicher Weise wie bei der oben beschriebenen ersten Ausführungsform berechnet. Als Nächstes wird in den Schritten S722 und S723, wenn der Öffnungsgrad des Druckregelventils **300** vergrößert wird, so dass der Kühlmitteldruck P_d um einen vorbestimmten Druck (beispielsweise um 0,2 MPa) herabgesetzt wird, während die von dem Kompressor **100** abgegebene Kühlmittelmenge nicht geändert wird, die Kühlmitteltemperatur T_d an der Hochdruckseite berechnet (simuliert). Das heißt, der Kühlmitteldruck P_d wird um den vorbestimmten Druck (beispielsweise um 0,2 MPa) in Schritt S722 herabgesetzt, und eine erste theoretische Kühlmitteltemperatur T_{dth1} wird in Schritt S732 berechnet vorausgesetzt, dass die Kühlmittelmenge (Drehzahl R), die von dem Kompressor **100** abgegeben wird, nicht verändert wird.

Als Nächstes werden in Schritt S742 die erste theoretische Kühlmitteltemperatur T_{dth1} und die vorbestimmte Temperatur T_{do} verglichen. Wenn in Schritt S742 die erste theoretische Kühlmitteltemperatur T_{dth1} höher als die vorbestimmte Temperatur T_{do} ist, wird der Regelungsbetrieb der Schritte S722–S742 wiederholt. Wenn in Schritt S742 die erste theoretische Kühlmitteltemperatur T_{dth1} gleich der vorbestimmten Temperatur T_{do} ist, wird der effektive Wirkungsgrad η_1 (d. h. der effektive Leistungskoeffizient) des Kühlmittelzyklus in Schritt S752 unter der Simulationsbedingung gleich der Berechnung von Schritt S712 berechnet. Als Nächstes wird in Schritt S762 die Drehzahl des Kompressors **100** um eine vorbestimmte Drehzahl (beispielsweise um 500 Upm) herabgesetzt, sodass die von dem Kompressor **100** abgegebene Kühlmittelmenge verkleinert wird, während der Kühlmitteldruck an der Hochdruckseite des Kühlmittelzyklus nicht verändert wird. In diesem Zustand wird in Schritt S772 eine zweite theoretische Kühlmitteltemperatur T_{dth2} an der Hochdruckseite in Schritt S772 berechnet.

Als Nächstes werden in Schritt S782 die zweite theoretische Kühlmitteltemperatur T_{dth2} und die vorbestimmte Temperatur T_{do} verglichen. Wenn in Schritt S782 die zweite theoretische Kühlmitteltemperatur T_{dth2} höher als die vorbestimmte Temperatur T_{do} ist, wird der Regelungsbetrieb der Schritte S762–S782 wiederholt. Wenn in Schritt S782 die zweite theoretische Kühlmitteltemperatur T_{dth2} gleich der vorbestimmten Temperatur T_{do} oder niedriger als diese ist, wird der effektive Wirkungsgrad η_2 (d. h. der effektive Leistungskoeffizient) des Kühlmittelzyklus in Schritt S792 unter der Simulationsbedingung gleich der Berechnung von Schritt S712 berechnet. Als Nächstes werden in Schritt S802 der effektive Wirkungsgrad η_1 , der in Schritt S752 berechnet worden ist, und der effektive Wirkungsgrad η_2 , der in Schritt S792 berechnet worden ist, verglichen. Wenn der effektive Wirkungsgrad η_1 , der in Schritt S752 berechnet worden ist, gleich dem effektiven Wirkungsgrad η_2 oder niedriger als dieser ist, wird der Öffnungsgrad des Druckregelventils **300** vergrößert, sodass der Kühlmitteldruck P_d in Schritt S812 herabgesetzt wird. Wenn andererseits der effektive Wirkungsgrad η_1 , der in Schritt S752 berechnet worden ist, kleiner als der effektive Wirkungsgrad η_2 ist, wird die Drehzahl R des Kompressors **100** herabgesetzt, so dass die von dem Kompressor **100** abgegebene Kühlmittelmenge verkleinert wird. Hiernach kehrt der Regelungsbetrieb zu Schritt S682 zurück.

Gemäß der vierten Ausführungsform der vorliegenden

Erfindung werden die von dem Kompressor **100** abgegebene Kühlmittelmenge und der Öffnungsgrad des Druckregelventils **300** so geregelt, dass der effektive Wirkungsgrad η des Kühlmittelzyklus höher wird, während die Kühlmitteltemperatur auf der Hochdruckseite gleich der vorbestimmten Temperatur T_{do} oder niedriger als diese gemacht wird. Entsprechend kann verhindert werden, dass die Bauteile des überkritischen Kühlmittelzyklus durch Wärme bzw. Hitze beeinträchtigt werden, während der effektive Wirkungsgrad η des Kühlmittelzyklus erhöht wird.

Nachfolgend wird eine fünfte bevorzugte Ausführungsform der vorliegenden Erfindung unter Bezugnahme auf Fig. 18 und 19 beschrieben. Bei der oben beschriebenen ersten Ausführungsform findet der überkritische Kühlmittelzyklus Anwendung bei einer Klimaanlage zum Heizen. Bei der fünften Ausführungsform findet jedoch der überkritische Kühlmittelzyklus typischerweise Anwendung bei einer Klimaanlage zum Kühlen. Bei dem überkritischen Kühlmittelzyklus der fünften Ausführungsform erfährt Luft innerhalb des Raums einen Wärmeaustausch mit Kühlmittel in dem Verdampfer **400**, um mittels des Verdampfers **400** gekühlt zu werden. Andererseits erfährt in dem Kühler **200** das Kühlmittel einen Wärmeaustausch mit Außenluft von außerhalb des Raums, sodass die in dem Verdampfer **400** absorbierte Kühlmittelwärme an die Außenluft in dem Kühler **200** abgestrahlt wird. Weiter sind der Einlassluft-Tempersensor **640** und der Auslassluft-Tempersensor **650** an der Seite des Luft-Einlasses und an der Seite des Luft-Auslasses des Verdampfers **400** vorgesehen. Bei der fünften Ausführungsform sind die übrigen Bauteile des überkritischen Kühlmittelzyklus gleich denjenigen bei dem bei der ersten Ausführungsform beschriebenen überkritischen Kühlmittelzyklus. Ferner ist der übrige Regelungsbetrieb mit Ausnahme der Regelung des Kühlmitteldrucks auf der Hochdruckseite, dargestellt in den Schritten S230–S270, gleich demjenigen der Klimaanlage zum Heizen, der bei der ersten Ausführungsform beschrieben ist.

Als Nächstes wird in der Hauptsache der Regelungsbetrieb, der sich von der Regelung in Schritt S240 in Fig. 3 der ersten Ausführungsform unterscheidet, beschrieben. Fig. 18 zeigt einen Teil des Regelungsbetriebs des überkritischen Kühlmittelzyklus gemäß der fünften Ausführungsform, der sich von dem Regelungsbetrieb des überkritischen Kühlzyklus der ersten Ausführungsform unterscheidet. Bei den Regelungsschritten von Fig. 18 sind die Schritte, die gleich denjenigen in Fig. 3 der ersten Ausführungsform sind, mit den gleichen Schrittzahlen bezeichnet.

Wie in Fig. 18 dargestellt ist, wird, nachdem die Solltemperatur T_t der in Richtung zu dem Raum hin geblasenen Luft in Schritt S220 berechnet worden ist, die Kühlmitteltemperatur T_g an der Kühlmittel-Auslassseite des Kühlers **200** mittels des Kühlmittel-Tempersensors **610** in Schritt S230 berechnet. Als Nächstes wird in Schritt S232 bestimmt, ob das Antriebsmoment DT von dem Inverter zu dem Elektromotor M des Kompressors **100** gleich einem vorbestimmten Drehmoment DT_o oder kleiner als dieses ist. Bei der fünften Ausführungsform besitzt das Antriebsmoment DT des Kompressors **100** (des Elektromotors M) das tatsächliche erzeugte Antriebsmoment in der Klimaanlage und ein Regelung-Soll-Antriebsmoment der ECU **700**, das nicht tatsächlich erzeugt wird. Weiter wird das vorbestimmte Moment DT_o auf der Grundlage eines maximalen Moments in dem Kompressor **100** (d. h. in dem Elektromotor M) bestimmt.

Wenn in Schritt S232 bestimmt wird, dass das Antriebsmoment DT von dem Inverter zu dem Elektromotor M des Kompressors **100** gleich dem vorbestimmten Moment DT_o oder kleiner als dieses ist, wird eine erste Hochdruckrege-

lung in Schritt S241 durchgeführt. Das heißt, in Schritt S241 wird der Öffnungsgrad des Druckregelventils 300 so geregelt, dass die Kühlmitteltemperatur T_g und der Kühlmittel-
 10 druck P_h an der Auslassseite des Kühlers 200 in der mittels der geeigneten Regelungslinie η in Fig. 6 dargestellten Beziehung stehen. Hiernach wird die Drehzahl R des Kom-
 pressors 100 in Schritt S250 so geregelt, dass die Tempera-
 tur T_r der mit dem Verdampfer 400 aus zu dem Raum hin ge-
 blasen Luft gleich der Solltemperatur T_t wird.

Wenn andererseits in Schritt S232 bestimmt wird, dass das Antriebsmoment DT von dem Inverter an den Elektro-
 motor M des Kompressors 100 größer als das vorbestimmte
 15 Moment DT_0 ist, wird eine zweite Hochdruckregelung in Schritt S242 durchgeführt. Das heißt, in Schritt S242 wird der Öffnungsgrad des Druckregelventils 300 so geregelt,
 dass der Kühlmittel-
 20 druck P_h an der Auslassseite des Kühlers 200 um einen vorbestimmten Druck (beispielsweise um 1,1 MPa) niedriger als ein Solldruck T_p wird, der auf der Grundlage der Beziehung zwischen der geeigneten Rege-
 lungslinie η und der Kühlmitteltemperatur T_g bestimmt wird. Hiernach wird die Drehzahl R des Kompressors 100 in Schritt S250 so geregelt, dass die Temperatur T_r der von dem Verdampfer 400 aus zu dem Raum hin geblasenen Luft gleich der Solltemperatur T_t wird. Die mittels des Verdamp-
 25 fers 400 erzeugte Kühlkapazität ist das Produkt der Enthalt-
 piefifferenz zwischen der Kühlmittel-Auslassseite und der Kühlmittel-Einlassseite des Verdampfers 400 und der Kühlmittelmenge, die durch den Verdampfer 400 hindurch strömt. Daher ist die Bedeutung, dass die Drehzahl R des Kompressors 100 so geregelt wird, dass die Temperatur T_r der in den Raum geblasenen Luft zu der Solltemperatur T_t wird, die gleiche wie die Bedeutung, dass die Kühlmittel-
 30 menge, die durch den Verdampfer 400 hindurch strömt, so geregelt wird, dass die mittels des Verdampfers 400 erzeugte Kühlkapazität eine vorbestimmte Kapazität wird.

Gemäß der fünften Ausführungsform der vorliegenden Erfindung wird, wenn die Luftmenge, die durch den Kühler 200 hindurch strömt, klein ist oder wenn die Temperatur der Luft zum Kühlen des Kühlers 200 erhöht ist, der Kühlmittel-
 35 druck P_h an der Auslassseite des Kühlers 200 erhöht. In diesem Fall wird der Öffnungsgrad des Druckregelventils 300 so geregelt, dass der Kühlmittel-
 druck P_h an der Auslassseite des Kühlers 200 entlang der geeigneten Regelungslinie η erhöht wird. Jedoch wird mit einer Erhöhung des Kühlmittel-
 drucks P_h an der Auslassseite des Kühlers 200 das für den Antrieb des Kompressors 100 notwendige Moment vergrößert, wird der elektrische Strom des Inverters, der dem Elektro-
 40 motor M zugeführt wird, vergrößert, und kann einen elek-
 trischen Überstrom dem Inverterkreis zugeführt werden.

Tatsächlich wird, bevor der elektrische Überstrom auf den Inverter zur Einwirkung gebracht wird, ein Verhinderungs-
 45 kreis in Betrieb genommen, und wird der elektrische Strom des Inverters nicht erhöht. Entsprechend wird der Kühlmittel-
 druck an der Auslassseite des Kühlers 200 nicht erhöht, und daher wird der Öffnungsgrad des Druckregelventils 300 weiter verkleinert. Als eine Folge wird die Kühlmittel-
 50 menge, die in dem Kühlmittelzyklus zirkuliert, verkleinert, und wird die Kühlkapazität nicht vergrößert. Zur Überwin-
 dung dieses Problems kann die Kapazität des Inverters vergrößert werden, oder kann der Elektromotor M vergrößert werden. Jedoch sind in diesem Fall die Kosten für die Her-
 stellung der Klimaanlage vergrößert.

Gemäß der fünften Ausführungsform der vorliegenden Erfindung werden das Druckregelventil 300 und die Dreh-
 55 zahl R des Kompressors 100 so geregelt, dass das Antriebs-
 moment des Kompressors 100 gleich einem vorbestimmten Moment oder kleiner als dieses ist. Daher kann sogar dann, wenn die Luftmenge, die in den Kühler 200 einströmt, klein

ist, oder sogar dann, wenn die Temperatur der durch den Kühler 200 hindurch tretenden Luft hoch ist, eine vorbe-
 60 stimmte Kühlkapazität erreicht werden, während die Kli-
 maanlage zu geringen Kosten herstellbar ist.

Das Antriebsmoment DT ist durch die nachfolgenden Formeln (1) und (2) angegeben.

$$DT = k \cdot P_{low}(\alpha^n - 1) \quad (1)$$

$$\alpha(\text{Kompressionsverhältnis}) = P_h / P_{low} \quad (2)$$

Hierbei ist: $n > 0$, k ein Koeffizient, der durch einen Kom-
 65 pressor bestimmt ist, P_{low} der niederdruckseitige Kühlmittel-
 druck eines überkritischen Kühlmittelzyklus von der Aus-
 lasseite des Druckregelventils 300 zu der Ansaugseite des
 Kompressors 100 und P_h der hochdruckseitige Kühlmittel-
 druck des überkritischen Kühlmittelzyklus von der Auslas-
 70 seite des Kompressors 100 zu der Einlassseite des Druckre-
 gelventils 300. Wenn der Öffnungsgrad des Druckregelven-
 til-
 75 til-
 80 til-
 85 til-
 90 til-
 95 til-
 100 til-
 105 til-
 110 til-
 115 til-
 120 til-
 125 til-
 130 til-
 135 til-
 140 til-
 145 til-
 150 til-
 155 til-
 160 til-
 165 til-
 170 til-
 175 til-
 180 til-
 185 til-
 190 til-
 195 til-
 200 til-
 205 til-
 210 til-
 215 til-
 220 til-
 225 til-
 230 til-
 235 til-
 240 til-
 245 til-
 250 til-
 255 til-
 260 til-
 265 til-
 270 til-
 275 til-
 280 til-
 285 til-
 290 til-
 295 til-
 300 til-
 305 til-
 310 til-
 315 til-
 320 til-
 325 til-
 330 til-
 335 til-
 340 til-
 345 til-
 350 til-
 355 til-
 360 til-
 365 til-
 370 til-
 375 til-
 380 til-
 385 til-
 390 til-
 395 til-
 400 til-
 405 til-
 410 til-
 415 til-
 420 til-
 425 til-
 430 til-
 435 til-
 440 til-
 445 til-
 450 til-
 455 til-
 460 til-
 465 til-
 470 til-
 475 til-
 480 til-
 485 til-
 490 til-
 495 til-
 500 til-
 505 til-
 510 til-
 515 til-
 520 til-
 525 til-
 530 til-
 535 til-
 540 til-
 545 til-
 550 til-
 555 til-
 560 til-
 565 til-
 570 til-
 575 til-
 580 til-
 585 til-
 590 til-
 595 til-
 600 til-
 605 til-
 610 til-
 615 til-
 620 til-
 625 til-
 630 til-
 635 til-
 640 til-
 645 til-
 650 til-
 655 til-
 660 til-
 665 til-
 670 til-
 675 til-
 680 til-
 685 til-
 690 til-
 695 til-
 700 til-
 705 til-
 710 til-
 715 til-
 720 til-
 725 til-
 730 til-
 735 til-
 740 til-
 745 til-
 750 til-
 755 til-
 760 til-
 765 til-
 770 til-
 775 til-
 780 til-
 785 til-
 790 til-
 795 til-
 800 til-
 805 til-
 810 til-
 815 til-
 820 til-
 825 til-
 830 til-
 835 til-
 840 til-
 845 til-
 850 til-
 855 til-
 860 til-
 865 til-
 870 til-
 875 til-
 880 til-
 885 til-
 890 til-
 895 til-
 900 til-
 905 til-
 910 til-
 915 til-
 920 til-
 925 til-
 930 til-
 935 til-
 940 til-
 945 til-
 950 til-
 955 til-
 960 til-
 965 til-
 970 til-
 975 til-
 980 til-
 985 til-
 990 til-
 995 til-
 1000 til-

Auf diese Weise besitzt, wie in Fig. 19 dargestellt ist, wenn das Antriebsmoment DT sich in einem Schwellwert-
 105 zustand befindet, das Antriebsmoment DT (beispielsweise der Inverterstrom IAC 18A) einen konstanten Wert. In diesem Fall ist, wie in Fig. 9 dargestellt ist, durch Erhöhung der
 110 Drehzahl des Kompressors 100 von 1.000 Upm auf 2.500 Upm die Kühlkapazität Q um 1,4 kW vergrößert, und kann eine Soll-Kühlkapazität erreicht werden.

In dem ersten Hochdruckregelungsbereich wird die Kühl-
 115 mitteltemperatur T_g an dem Auslass des Kühlers 200 niedri-
 ger als eine vorbestimmte Temperatur (beispielsweise 45°C bei der fünften Ausführungsform) eingestellt. In Fig. 19 be-
 120 trägt die Kühlmitteltemperatur T_g 55°C, und wird die zweite Hochdruckregelung, bei der das notwendige Antriebsmo-
 125 ment DT größer als das vorbestimmte Moment DT_0 ist, ein-
 gestellt. Bei der zweiten Hochdruckregelung wird sogar dann, wenn der hochdruckseitige Kühlmittel-
 130 druck P_h und die Kühlmitteltemperatur T_g an der Auslassseite des Küh-
 lers 200 nicht in der mittels der geeigneten Regelungslinie η dargestellten Beziehung stehen, der Leistungskoeffizient
 135 (COP) des Kühlmittelzyklus nicht stark beeinträchtigt, wie in Fig. 9 dargestellt.

Nachfolgend wird eine sechste bevorzugte Ausführungs-
 140 form der vorliegenden Erfindung unter Bezugnahme auf Fig. 20 beschrieben. Wie bei der fünften Ausführungsform
 145 beschrieben worden ist, wird das Antriebsmoment DT des Kompressors 100 entsprechend der Erhöhung des hoch-
 druckseitigen Kühlmittel-
 150 druck P_h vergrößert. Weiter wird in einem Fall, bei dem die Abstrahlungskapazität bzw. Kühlka-
 pazität des Kühlers 200 nicht stark verändert wird, wenn der hochdruckseitige Kühlmittel-
 155 druck P_h erhöht wird, die Kühl-
 mitteltemperatur T_g an der Auslassseite des Kühlers 200 erhöht.

Somit wird bei der sechsten Ausführungsform die zweite
 160 Hochdruckregelung, die in Schritt S242 in Fig. 18 der fünften Ausführungsform beschrieben worden ist, durchgeführt, wenn die Kühlmitteltemperatur T_g an dem Auslass des Kühlers 200 höher als eine vorbestimmte Temperatur T_{g1}

(beispielsweise 45°C bei der sechsten Ausführungsform) ist. Das heißt, wenn die Kühlmitteltemperatur T_g an dem Auslass des Kühlers 200 höher als die vorbestimmte Temperatur T_{g1} (beispielsweise 45°C) ist, wird bestimmt, dass das Antriebsmoment D_t größer als das vorbestimmte Moment ist, und wird die zweite Hochdruckregelung durchgeführt, die mittels der ausgezogenen Linie in Fig. 20 dargestellt ist. Andererseits wird, wenn die Kühlmitteltemperatur T_g an dem Auslass des Kühlers 200 niedriger als die vorbestimmte Temperatur (beispielsweise 45°C) ist, bestimmt, dass das Antriebsmoment D_t niedriger als das vorbestimmte Moment ist, und wird die erste Hochdruckregelung durchgeführt, wie in Fig. 20 dargestellt ist. In Fig. 20 gibt die gestrichelte Linie einen Vergleich ohne eine Korrektur an. Bei der sechsten Ausführungsform sind die übrigen Teile gleich denjenigen der oben beschriebenen fünften Ausführungsform.

Nachfolgend wird eine siebte Ausführungsform der vorliegenden Erfindung unter Bezugnahme auf Fig. 21 beschrieben. Wie bei der fünften Ausführungsform beschrieben worden ist, wird das Drehmoment D_t des Kompressors 100 mit einer Veränderung des niederdruckseitigen Kühlmitteldrucks P_{low} geändert. Wenn beispielsweise die Temperatur oder die Menge der Luft, die in den Verdampfer 400 einströmt, geändert wird, wird der Kühlmitteldruck P_{low} geändert, und wird das Antriebsmoment D_t des Kompressors 100 geändert. Auf diese Weise wird bei der siebten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung, wenn die Kühlmitteltemperatur T_g an der Auslassseite des Kühlers 200 höher als eine vorbestimmte Temperatur (beispielsweise 45°C) ist, ein Sollhochdruck, der auf der Grundlage der geeigneten Regelungslinie und der Kühlmitteltemperatur T_g bestimmt wird, korrigiert, um herabgesetzt werden. Die Größe der Druckkorrektur für die Herabsetzung des Sollhochdrucks wird größer, wenn der niederdruckseitige Kühlmitteldruck P_{low} höher wird. Wenn beispielsweise, wie in Fig. 21 dargestellt ist, der Kühlmitteldruck P_{low} gleich 6 MPa oder höher ist, wird die Größe der Druckkorrektur zur Herabsetzung des Sollhochdrucks größer im Vergleich mit einem Fall, bei dem der Kühlmitteldruck P_{low} gleich 4 MPa oder niedriger ist. In Fig. 21 gibt die gestrichelte Linie einen Vergleich ohne eine Korrektur an.

Bei der siebten Ausführungsform sind die übrigen Teile gleich denjenigen der oben beschriebenen fünften und sechsten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung.

Nachfolgend wird eine achte bevorzugte Ausführungsform der vorliegenden Erfindung unter Bezugnahme auf Fig. 22 beschrieben. Bei der oben beschriebenen fünften bis siebten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung wird, wenn das Antriebsmoment D_t des Kompressors 100 größer als das vorbestimmte Moment D_{to} wird oder wenn die Kühlmitteltemperatur T_g an der Auslassseite des Kühlers 200 höher als die vorbestimmte Temperatur wird, die zweite Hochdruckregelung durchgeführt. Bei der achten Ausführungsform ist der Soll-Inverterstrom (IAC), der dem Elektromotor M zuzuführen ist, größer als ein vorbestimmter Strom (beispielsweise 16 A bei der achten Ausführungsform), wird die Korrekturgröße ΔP_{h1} des Drucks gegenüber dem Soll-Inverterstrom IAC bestimmt, wie mittels der ausgezogenen Linie in Fig. 22 dargestellt ist. Ferner wird das Druckregelventil 300 so geregelt, dass der Sollhochdruck P_h um die Korrekturgröße ΔP_{h1} des Drucks abgesenkt wird. Wie in Fig. 22 dargestellt ist, wird, wenn der Soll-Inverterstrom IAC, der dem Elektromotor M zuzuführen ist, größer als der vorbestimmte Strom (beispielsweise 16 A bei der achten Ausführungsform) ist, die Druck-Korrekturgröße $|\Delta P_{h1}|$ des Sollhochdrucks P_h vergrößert. Wie in Fig. 22 dargestellt ist, ist in einem Vergleichsfall der Sollhochdruck

nicht korrigiert.

Bei der achten Ausführungsform wird, nachdem der hochdruckseitige Kühlmitteldruck P_h mittels des Druckregelventils 300 korrigiert worden ist, die Drehzahl des Kompressors 100 so geregelt, dass die Temperatur T_r der Luft, die in den Raum eingeblasen wird, zu der Solltemperatur T_i wird.

Nachfolgend wird eine neunte bevorzugte Ausführungsform der vorliegenden Erfindung unter Bezugnahme auf Fig. 23 beschrieben. Bei der neunten Ausführungsform wird, wenn die Druck-Korrekturgröße ΔP_h auf der Grundlage des Soll-Inverterstroms in gleicher Weise wie bei der oben beschriebenen achten Ausführungsform bestimmt wird, die Druck-Korrekturgröße ΔP_h größer eingestellt, wenn bzw. weil der niederdruckseitige Kühlmitteldruck P_{low} höher wird. Wenn beispielsweise, wie in Fig. 23 dargestellt ist, der Kühlmitteldruck P_{low} gleich 6 MPa oder höher ist, wird die Druck-Korrekturgröße für die Herabsetzung des Sollhochdrucks auf ΔP_{h2} verändert mit dem Inverterstrom IAC(A) eingestellt. Andererseits wird, wenn der Kühlmitteldruck P_{low} gleich 4 MPa oder niedriger ist, die Druck-Korrekturgröße zur Herabsetzung des Sollhochdrucks auf ΔP_{h1} verändert mit dem Inverterstrom IAC(A) eingestellt. Die Druck-Korrekturgröße ΔP_{h2} ist größer als die Druck-Korrekturgröße ΔP_{h1} , wie in Fig. 23 dargestellt ist. Bei der neunten Ausführungsform sind die übrigen Teile gleich denjenigen der oben beschriebenen achten Ausführungsform.

Nachfolgend wird eine zehnte bevorzugte Ausführungsform der vorliegenden Erfindung unter Bezugnahme auf Fig. 24 beschrieben. Bei der zehnten Ausführungsform wird die Regelung des hochdruckseitigen Kühlmitteldrucks P_h dargestellt in den Schritten S230-S270 in Fig. 3 bei der ersten Ausführungsform verändert. Das heißt, hauptsächlich unterscheidet sich die Regelung des hochdruckseitigen Kühlmitteldrucks in Schritt S240. Die übrigen Teile der zehnten Ausführungsform sind gleich denjenigen der oben beschriebenen ersten Ausführungsform.

Als Nächstes werden hauptsächlich die unterschiedlichen Punkte gegenüber der Regelung des hochdruckseitigen Kühlmitteldrucks der ersten Ausführungsform beschrieben. Während des Heizbetriebs des Kühlzyklus wird, wenn die Temperaturdifferenz $\Delta T(T_g - T_a)$ zwischen der Kühlmitteltemperatur T_g an der Auslassseite des Kühlers 200 und der Temperatur T_a der Luft, die durch den Kühler 200 hindurch tritt, um einen Wärmeaustausch mit Kühlmittel zu erfahren, gleich einer vorbestimmten Temperaturdifferenz ΔT_o oder größer als diese ist, die Drehzahl des Kompressors 100 herabgesetzt, sodass die von dem Kompressor 100 abgegebene Strömungsmenge im Vergleich mit einem Fall verkleinert wird, bei dem die Temperaturdifferenz $\Delta T(T_g - T_a)$ kleiner als die vorbestimmte Temperaturdifferenz ΔT_o ist. Wenn weiter die Temperaturdifferenz $\Delta T(T_g - T_a)$ gleich der vorbestimmten Temperaturdifferenz ΔT_o oder größer als diese ist, wird der Öffnungsgrad des Druckregelventils 300 korrigiert und so geregelt, dass der hochdruckseitige Kühlmitteldruck P_h höher als der hochdruckseitige Soll-Kühlmitteldruck wird, der auf der Grundlage der Kühlmitteltemperatur T_g an der Auslassseite des Kühlers 200 entsprechend der geeigneten Regelungslinie η wird.

Wie in Fig. 24 dargestellt ist, wird, wenn die Kühlmitteltemperatur T_g an der Auslassseite des Kühlers 200 33°C beträgt, die Temperaturdifferenz $\Delta T(T_g - T_a)$ im Vergleich mit einem Fall, bei dem die Kühlmitteltemperatur T_g 23°C beträgt, größer. In diesem Fall wird das Druckregelventil 300 so geregelt, dass der hochdruckseitige Kühlmitteldruck P_h höher als der Sollhochdruck wird, der auf der Grundlage der Kühlmitteltemperatur T_g und der geeigneten Regelungslinie

η , bestimmt wird. Beispielsweise wird in Fig. 24 der hochdruckseitige Kühlmitteldruck P_h um 1,5 MPa im Vergleich mit dem Sollhochdruck erhöht.

Dies bedeutet beispielsweise, dass dann, wenn die Temperatur der durch den Kühler 200 hindurch tretenden Luft niedriger als die Kühlmitteltemperatur an dem Auslass des Kühlers 200 ist, ein Teil der Wärmemenge, die von dem Kühlmittel aus an Luft übertragen werden kann, in dem Kühlmittel verbleibt, und dass der Heizwirkungsgrad der Kühlmittelzyklus nicht größer wird. Hierbei ist der Heizwirkungsgrad das Verhältnis der Wärmeenergiemenge, die als die Heizkapazität wiedergewonnen wird, zu der Gesamtenergie, die für einen überkritischen Kühlmittelzyklus verwendet wird.

Wenn die Strömungsmenge des von dem Kühler 200 abgegebenen Kühlmittels groß ist, wird die Strömungsgeschwindigkeit des Kühlmittels innerhalb des Kühlers 200 schneller, wird die Wärmeaustauschzeit, während der das Kühlmittel und Luft einen Wärmeaustausch erfahren, kürzer, und wird daher keine zum Heizen ausreichende Wärmemenge von dem Kühlmittel in dem Kühler 200 übertragen. Wenn andererseits die Strömungsmenge des von dem Kompressor 100 abgegebenen Kühlmittels kleiner wird, wird die von dem Kühlmittel an Luft übertragene Wärmemenge vergrößert, während das Kühlmittel durch den Kühler 200 hindurch tritt, und wird der Wirkungsgrad des Wärmeaustauschs in dem Kühler 200 vergrößert. Weil jedoch in diesem Fall die Strömungsmenge des von dem Kompressor abgegebenen Kühlmittels verkleinert wird, wird die absolute Wärmemenge des Kühlmittels, die an Luft zu übertragen ist, verkleinert, und ist die Heizkapazität verkleinert.

Gemäß der zehnten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung wird, wenn die Temperaturdifferenz $\Delta T(T_g - T_a)$ gleich der vorbestimmten Temperatur T_o oder größer als diese ist, die Drehzahl des Kompressors 100 verkleinert, so dass die Strömungsmenge des von dem Kompressor 100 abgegebenen Kühlmittels im Vergleich mit einem Fall verkleinert wird, bei dem die Temperaturdifferenz $\Delta T(T_g - T_a)$ kleiner als die vorbestimmte Temperatur T_o ist. Ferner wird das Druckregelventil 300 so geregelt, dass der hochdruckseitige Soll-Kühlmitteldruck P_h höher als ein Solldruck wird, der auf der Grundlage der Kühlmitteltemperatur T_g an der Auslassseite des Kühlers 200 entsprechend der geeigneten Regelungslinie η bestimmt wird. Beispielsweise wird bei dem in Fig. 24 dargestellten Fall das Druckregelventil 300 korrigiert, wenn die Kühlmitteltemperatur T_g 33°C beträgt, sodass der hochdruckseitige Soll-Kühlmitteldruck um ΔP_h beispielsweise um 1,5 MPa erhöht wird. Daher ist der Wirkungsgrad des Wärmeaustauschs des Kühlers 200 verbessert, und ist der Heizwirkungsgrad verbessert, dies bei einem Vergleich mit einem Vergleichsbeispiel, bei dem der hochdruckseitige Soll-Kühlmitteldruck nicht korrigiert ist.

Bei der zehnten Ausführungsform wird vorzugsweise die Temperatur der durch den Kühler 200 hindurch tretenden Luft an der luftstromabwärtigen Seite des Kühlers 200 festgestellt. Jedoch kann durch geeignetes Auswählen der vorbestimmten Temperaturdifferenz die an der luftstromaufwärtigen Seite des Kühlers 200 festgestellte Temperatur verwendet werden.

Nachfolgend wird eine elfte bevorzugte Ausführungsform der vorliegenden Erfindung unter Bezugnahme auf Fig. 25 bis 28B beschrieben. Bei der elften Ausführungsform findet die vorliegende Erfindung typischerweise Anwendung bei einer Klimaanlage für ein Fahrzeug. Wie in Fig. 25 dargestellt ist, ist ein Klimatisierungs-Gehäuse 800 zur Bildung eines Luftdurchtritts vorgesehen, durch den hindurch Luft in einen Fahrgastraum geblasen wird. Weiter ist ein stromaufwärtiger Luftdurchtritt des Kühlers 200 in einen

Außenluft-Durchtritt 810, durch den hindurch Außenluft von außerhalb des Fahrgastraums aus eingeführt wird, und in einen Innenluft-Durchtritt 820 aufgeteilt, durch den hindurch Innenluft von innerhalb des Fahrgastraums eingeführt wird. Ferner ist der Außenluft-Durchtritt 810 an der Kühlmittel-Auslassseite des Kühlers 200 vorgesehen, und ist der Innenluft-Durchtritt 820 an der Kühlmittel-Einlassseite des Kühlers 200 vorgesehen. Der Kühler 200 ist innerhalb des Klimatisierungs-Gehäuses 800 angeordnet. Bei der elften Ausführungsform sind die übrigen Bauteile des Kühlzyklus gleich denjenigen der oben beschriebenen ersten Ausführungsform. Bei der elften Ausführungsform werden während der Regelung des hochdruckseitigen Kühlmittels dargestellt in den Schritten S230-S270 bei der ersten Ausführungsform das Druckregelventil 300 und der Kompressor 100, wie weiter unten noch zu beschreiben ist, geregelt.

Das heißt, bei einem Zustand, bei dem Außenluft mindestens in den Außenluft-Durchtritt 810 eingeführt wird, wird das Druckregelventil 300 so geregelt, dass der hochdruckseitige Kühlmitteldruck P_h zu dem hochdruckseitigen Soll-Kühlmitteldruck wird, der auf der Grundlage der Außenlufttemperatur bestimmt wird, die mittels des Einlassluft-Temperaturensors 640 festgestellt wird, und wird die Drehzahl des Kompressors 100 so geregelt, dass die Temperatur T_r der in den Fahrgastraum eingeblasenen Luft zu der Solltemperatur T_t wird.

Fig. 26A, 27A und 28A zeigen die Beziehung zwischen der Heizkapazität Q_w und dem hochdruckseitigen Kühlmitteldruck P_h , wenn die Außenlufttemperatur T_{am} -20°C, -10°C bzw. 0°C beträgt. Weiter zeigen Fig. 26B, 27B und 28B die Beziehung zwischen dem Leistungskoeffizienten (COP) des Kühlmittelzyklus und dem hochdruckseitigen Kühlmitteldruck P_h , wenn die Außenlufttemperatur T_{am} -20°C, -10°C bzw. 0°C beträgt. Wie in Fig. 26B, 27B und 28B dargestellt ist, ist der hochdruckseitige Kühlmitteldruck P_h , bei dem der Leistungskoeffizient (COP) des Kühlmittelzyklus in Hinblick auf die Außenlufttemperatur T_{am} maximal wird, etwa gleich.

Beispielsweise ist in Fig. 26B bezogen auf unterschiedliche Drehzahlen (9.000 Upm, 10.000 Upm, 12.000 Upm) des Kompressors 100 der hochdruckseitige Kühlmitteldruck P_h um etwa 1,5 MPa auf der Grundlage der Außenlufttemperatur von -20°C im Vergleich zu einem Vergleichsbeispiel korrigiert. In diesem Fall beträgt der hochdruckseitige Kühlmitteldruck, bei dem der Leistungskoeffizient (COP) größer wird, etwa 9,5 Mpa. Wenn die Außenlufttemperatur -10°C oder 0°C beträgt, ergibt sich das in Fig. 27A, 27B, 28A und 28B angegebene Ergebnis.

Gemäß der elften Ausführungsform der vorliegenden Erfindung wird, wenn die Außenluft mindestens in den Außenluft-Durchtritt 810 eingeführt wird, das Druckregelventil 300 so geregelt, dass der hochdruckseitige Kühlmitteldruck P_h zu dem hochdruckseitigen Soll-Kühlmitteldruck wird, der auf der Grundlage der Außenlufttemperatur T_{am} bestimmt wird, und wird die Drehzahl des Kompressors 100 so geregelt, dass die Temperatur T_r der in den Fahrgastraum eingeblasenen Luft zu der Solltemperatur T_t der Luft wird. Entsprechend wird bei einem Vergleich mit einem Fall, bei dem das Druckregelventil 300 auf der Grundlage der Temperaturdifferenz $\Delta T(T_g - T_a)$ zwischen der Kühlmitteltemperatur T_g an der Auslassseite des Kühlers 200 und der Temperatur T_a der Luft, die durch den Kühler 200 hindurch tritt, geregelt wird, der Regelungsbetrieb des Druckregelventils 300 einfach.

Bei den oben beschriebenen Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung findet der überkritische Kühlmittelzyklus Anwendung bei einer Klimaanlage zum Heizen oder zum Kühlen. Jedoch kann der überkritische Kühlmittelzy-

klus auch Anwendung bei einer Klimaanlage finden, bei der Kühlbetrieb oder der Heizbetrieb selektiv geschaltet werden können.

Nachfolgend wird eine zwölfte bevorzugte Ausführungsform der vorliegenden Erfindung unter Bezugnahme auf Fig. 29 beschrieben. Bei der zwölften Ausführungsform findet der überkritische Kühlmittelzyklus typischerweise Anwendung bei einer Klimaanlage. Bei der zwölften Ausführungsform sind die Bauteile gleich denjenigen der oben beschriebenen ersten Ausführungsform mit den gleichen Bezugszeichen wie bei der ersten Ausführungsform gekennzeichnet.

Bei der zwölften Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist der Kompressor 100 durch eine Antriebseinrichtung, beispielsweise durch einen Fahrzeugmotor, angetrieben und unter Verwendung eines in das Kühlmittel eingemischten Schmiermittels geschmiert. Das von dem Kompressor 100 abgegebene Kühlmittel wird in dem Kühler 200 gekühlt, und der Kühlmitteldruck an der Auslassseite des Kühlers 200 wird mittels des Druckregelventils 300 geregelt. Das in dem Druckregelventil 300 dekomprimierte Kühlmittel wird in dem Verdampfer 400 verdampft, und das Kühlmittel des Verdampfers 400 wird in gasförmiges Kühlmittel und in flüssiges Kühlmittel in dem Akkumulator 500 aufgeteilt.

Bei der zwölften Ausführungsform wird hauptsächlich der Akkumulator 500 beschrieben. Der Akkumulator 500 besitzt einen Behälterkörper 510, der gasförmiges Kühlmittel und flüssiges Kühlmittel aufnimmt. Ein erster Kühlmittelauslass 520, durch den hindurch hauptsächlich gasförmiges Kühlmittel in Richtung zu dem Kompressor 100 hin strömt, ist an der oberen Seite des Behälterkörpers 510 vorgesehen, und ein zweiter Kältemittelauslass 530, durch den hindurch flüssiges Fluid, das flüssiges Kühlmittel und Schmieröl enthält, strömt, ist an der unteren Seite des Behälterkörpers 510 vorgesehen. In dem flüssigen Fluid von dem Akkumulator 500 ist eine große Menge Schmieröl enthalten. Gasförmiges Kühlmittel, das von dem ersten Kühlmittelauslass 520 aus strömt, strömt in einen ersten Kühlmittel-Durchtritt 521 ein, und flüssiges Fluid, das von dem zweiten Kühlmittel-Auslass 530 aus strömt, strömt in einem zweiten Kühlmittel-Durchtritt 531 ein. Sowohl der erste als auch der zweite Kühlmittel-Durchtritt 521, 531 sind verbunden. Niederdruck-Kühlmittel von dem Akkumulator 500 und Hochdruck-Kühlmittel, bevor es in dem Druckregelventil 300 dekomprimiert wird, erfahren einen Wärmeaustausch in einem inneren Wärmetauscher 600. Unter Verwendung des inneren Wärmetauschers 600 wird die Enthalpie des Kühlmittels an der Einlassseite des Verdampfers 400 herabgesetzt, und kann die Kühlmittelkapazität des überkritischen Kühlmittelzyklus verbessert werden.

Bei der zwölften Ausführungsform bezeichnet hochdruckseitiges Kühlmittel Kühlmittel von der Abgabeseite des Kompressors 100 zu der Einlassseite des Druckregelventils 300 vor der Dekomprimierung in dem Druckregelventil 300. Andererseits bezeichnet niederdruckseitiges Kühlmittel Kühlmittel nach der Dekomprimierung in dem Druckregelventil 300.

Das von dem Akkumulator 500 abgegebene niederdruckseitige Kühlmittel wird mit Kühlmittel des gasförmigen Kühlmittels, das von dem ersten Kühlmittelauslass 520 strömt, und mit flüssigem Fluid von dem zweiten Kühlmittelauslass 530 vermischt. Die Menge des flüssigen Fluids, die von dem zweiten Kühlmittel-Auslass 530 aus strömt, wird mittels eines Strömungs-Regelungsventils 541 eingestellt, das in dem zweiten Kühlmittel-Durchtritt 531 angeordnet ist. Ein Kühlmittel-Temperatursensor 542 zum Feststellen der Temperatur des hochdruckseitigen Kühlmittels

ist in einem Kühlmittel-Durchtritt von der Kühlmittel-Abgabeseite des Kompressors 100 und der Kühlmittel-Einlassseite des Kühlers 200 angeordnet.

Die mittels des Kühlmittel-Temperatursensors 542 festgestellte Kühlmitteltemperatur wird in eine Vergleichseinrichtung 543 eingegeben. Wenn die Feststellungstemperatur des Kühlmittel-Temperatursensors 542 höher als eine vorbestimmte Temperatur (beispielsweise 170°C) wird, gibt die Vergleichseinrichtung 543 ein Signal an eine Regelungseinrichtung 544 zum Regeln des Strömungs-Regelventils 541 ab.

Wenn das Signal von der Vergleichseinrichtung 543 an der Regelungseinrichtung 544 eingegeben wird, vergrößert die Regelungseinrichtung 544 den Öffnungsgrad des Strömungs-Regelungsventils 541. Wenn andererseits kein Signal von der Vergleichseinrichtung 543 an der Regelungseinrichtung 544 eingegeben wird, wird der Öffnungsgrad des Strömungs-Regelungsventils 541 durch die Regelungseinrichtung 544 verkleinert. Somit bilden bei der zwölften Ausführungsform das Strömungs-Regelungsventil 541, der Kühlmittel-Temperatursensor 542, die Vergleichseinrichtung 543 und die Regelungseinrichtung 544 eine Strömungs-Regelungseinheit 540.

Gemäß der zwölften Ausführungsform der vorliegenden Erfindung wird, wenn die durch den Kühlmittel-Temperatursensor 542 festgestellte Kühlmitteltemperatur höher als eine vorbestimmte Temperatur (beispielsweise 170°C) ist, der Öffnungsgrad des Strömungs-Regelungsventils 541 vergrößert, sodass die Menge des von dem Akkumulator 500 aus zu dem Kompressor 100 geführten Schmieröls vergrößert wird. Daher kann sogar dann, wenn die Temperatur des von dem Kompressor 100 abgegebenen Kühlmittels erheblich erhöht ist, verhindert werden, dass der Kompressor 100 beeinträchtigt wird (durchbrennt).

Weil der zweite Kühlmittel-Auslass 530 an der unteren Seite des Behälterkörpers 510 vorgesehen ist, ist eine große Menge Schmieröl in dem flüssigen Fluid enthalten, das von dem zweiten Kühlmittelauslass 530 aus strömt. Wenn eine große Menge flüssiges Kühlmittel von dem Akkumulator 500 aus in den Kompressor 100 eingesaugt wird, kann der Kompressor 100 durch das flüssige Kühlmittel in dem überkritischen Kühlmittelzyklus beeinträchtigt werden. Weil jedoch bei der zwölften Ausführungsform der vorliegenden Erfindung das in den Kompressor 100 einzusaugende Kühlmittel durch den inneren Wärmetauscher 600 erwärmt bzw. erhitzt wird, wird kaum flüssiges Kühlmittel in den Kompressor 100 eingesaugt, und wird eine große Menge Schmieröl in den Kompressor 100 eingesaugt, wenn der Öffnungsgrad des Strömungs-Regelungsventils 541 vergrößert wird.

Nachfolgend wird eine dreizehnte bevorzugte Ausführungsform der vorliegenden Erfindung unter Bezugnahme auf Fig. 30 beschrieben. Bei der oben beschriebenen zwölften Ausführungsform der vorliegenden Erfindung wird, wenn die mittels des Kühlmittel-Temperatursensors 542 festgestellte Kühlmitteltemperatur höher als eine vorbestimmte Temperatur ist, die Menge des flüssigen Fluids, das flüssiges Kühlmittel und Schmieröl enthält und das von dem Akkumulator 500 aus abgegeben wird, vergrößert. Bei der dreizehnten Ausführungsform ist jedoch ein Kühlmittel-Temperatursensor 545 zum Feststellen der Temperatur des niederdruckseitigen Kühlmittels in einem Kühlmittel-Durchtritt von der Auslassseite des Druckregelungsventils 300 zu der Einlassseite des inneren Wärmetauschers 600 hin vorgesehen. Im Fahrzustand des Fahrzeugs mit dem überkritischen Kühlmittelzyklus wird der niederdruckseitige Kühlmitteldruck im Vergleich mit dem Leerlaufzustand des Fahrzeugs herabgesetzt. Auf diese Weise wird, wenn die mittels

des Kühlmittel-Temperatursensors 545 festgestellte Kühlmitteltemperatur gleich einer vorbestimmten Temperatur (etwa 10°C bei der dreizehnten Ausführungsform) oder niedriger als diese ist, der Öffnungsgrad des Strömungs-Regelungsventils 541 vergrößert, sodass die Menge der flüssigen Phase (die Menge des flüssigen Fluids), die von dem Akkumulator 500 abgegeben wird, vergrößert wird.

Auf diese Weise bilden bei der dreizehnten Ausführungsform das Strömungs-Regelungsventil 541, der Kühlmittel-Temperatursensor 545, die Vergleichseinrichtung 543 und die Regelungseinrichtung 544 eine Strömungs-Regelungseinheit 540. Bei der dreizehnten Ausführungsform sind die übrigen Teile gleich denjenigen der oben beschriebenen zwölften Ausführungsform der vorliegenden Erfindung.

Nachfolgend wird eine vierzehnte bevorzugte Ausführungsform der vorliegenden Erfindung unter Bezugnahme auf Fig. 31 beschrieben. Wie in Fig. 31 dargestellt ist, ist ein Kühlmittel-Drucksensor 546 in den Kühlmittel-Durchtritt 300 von der Kühlmittel-Auslassseite des Druckregelungsventils 541 angeordnet. Weil der Kühlmittel-Druck und die Kühlmitteltemperatur in einer Beziehung bei jedem Kühlmittelzyklus stehen, kann der Kühlmittel-Drucksensor 546 an der Stelle des Kühlmittel-Temperatursensors 545, der bei der dreizehnten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung beschrieben worden ist, verwendet werden.

Bei der vierzehnten Ausführungsform wird, wenn der mittels des Kühlmittel-Drucksensors 546 festgestellte Kühlmittel-Druck gleich einem vorbestimmten Druck (beispielsweise 4,5 MPa) oder höher als dieser ist, der Öffnungsgrad des Strömungs-Regelungsventils 541 vergrößert, sodass die von dem Akkumulator 500 abgegebene Menge in flüssiger Phase vergrößert wird.

Somit bilden bei der vierzehnten Ausführungsform das Strömungs-Regelungsventil 541, der Kühlmittel-Drucksensor 546, die Vergleichseinrichtung 543 und die Regelungseinrichtung 544 eine Strömungs-Regelungseinheit 540. Bei der vierzehnten Ausführungsform sind die übrigen Teile gleich denjenigen bei der oben beschriebenen zwölften Ausführungsform der vorliegenden Erfindung.

Nachfolgend wird eine fünfzehnte bevorzugte Ausführungsform der vorliegenden Erfindung unter Bezugnahme auf Fig. 32 beschrieben. Wenn die Drehzahl des Kompressors 100 vergrößert wird, wird die Druckdifferenz zwischen dem hochdruckseitigen Kühlmittel-Druck und dem niederdruckseitigen Kühlmittel-Druck größer. Bei der fünfzehnten Ausführungsform ist, wie in Fig. 32 dargestellt ist, ein hochdruckseitiger Kühlmittel-Drucksensor 547 in dem Kühlmittel-Durchtritt 300 von der Kühlmittel-Auslassseite des Kompressors 100 zu der Kühlmittel-Einlassseite des Druckregelungsventils 541 zusätzlich zu dem Kühlmittel-Drucksensor 546 angeordnet, der bei der vierzehnten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung beschrieben worden ist.

Bei der fünfzehnten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung wird, wenn die mittels des Kühlmittel-Drucksensors 547 festgestellte Kühlmittel-Druck und der mittels des Kühlmittel-Drucksensors 546 festgestellte Kühlmittel-Druck gleich einem vorbestimmten Druck (beispielsweise 10 MPa) oder kleiner als dieser ist, wird die von dem Akkumulator 500 abgegebene Menge in flüssiger Phase vergrößert.

Auf diese Weise bilden bei der fünfzehnten Ausführungsform das Strömungs-Regelungsventil 541, der Kühlmittel-Drucksensor 546, der Kühlmittel-Drucksensor 547, die Vergleichseinrichtung 543 und die Regelungseinrichtung 544 eine Strömungs-Regelungseinheit 540. Bei der fünfzehnten Ausführungsform sind die übrigen Teile des Kühlzyklus gleich denjenigen der oben beschriebenen zwölften Ausführungsform der vorliegenden Erfindung.

Nachfolgend wird eine sechzehnte bevorzugte Ausführungsform der vorliegenden Erfindung unter Bezugnahme auf Fig. 33 beschrieben. Bei der oben beschriebenen zwölften bis fünfzehnten Ausführungsform wird durch Einstellen des Öffnungsgrades des Strömungs-Regelungsventils 541 die von dem Akkumulator 500 abgegebene Menge in flüssiger Phase vorliegende Menge eingestellt. Bei der sechzehnten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung sind mehrere zweite Kühlmittel-Durchtritte 531a, 531b, durch die hindurch in flüssiger Phase vorliegendes Kühlmittel von dem zweiten Kühlmittelauslass 530 des Akkumulators 500 aus strömt, vorgesehen, und ist ein Schaltventil 541a zum Öffnen und zum Schließen des zweiten Kühlmittel-Durchtritts 531b in dem zweiten Kühlmittel-Durchtritt 531b angeordnet. Durch Öffnen und Schließen des Schaltventils 541a wird die von dem Akkumulator 500 abgegebene Menge in flüssiger Phase vorliegende Menge eingestellt.

Bei der sechzehnten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung wird, wenn die Kühlmitteltemperatur, die mittels des Kühlmittel-Temperatursensors 542, der bei der zwölften Ausführungsform beschrieben worden ist, festgestellt wird, gleich einer vorbestimmten Temperatur oder höher als diese ist, die von dem Akkumulator 500 abgegebene Menge in flüssiger Phase vorliegende Menge vergrößert. Jedoch kann bei der sechzehnten Ausführungsform das Schaltventil 541a auf der Grundlage der mittels des Kühlmittel-Temperatursensors 545 der dreizehnten Ausführungsform festgestellten Kühlmitteltemperatur, der mittels des Kühlmittel-Drucksensors 546 der vierzehnten Ausführungsform festgestellten Kühlmittel-Druck oder der Druckdifferenz zwischen dem hochdruckseitigen Kühlmittel-Druck und dem niederdruckseitigen Kühlmittel-Druck der fünfzehnten Ausführungsform geregelt werden.

Auf diese Weise bilden bei der sechzehnten Ausführungsform das Schaltventil 541a, der Kühlmittel-Temperatursensor 542, die Vergleichseinrichtung 543 und die Regelungseinrichtung 544 eine Strömungs-Regelungseinheit 540. Bei der sechzehnten Ausführungsform sind die übrigen Teile gleich denjenigen bei der oben beschriebenen zwölften Ausführungsform der vorliegenden Erfindung.

Nachfolgend wird eine siebzehnte bevorzugte Ausführungsform der vorliegenden Erfindung unter Bezugnahme auf Fig. 34A und 34B beschrieben. Bei der siebzehnten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung wird die von dem Akkumulator 500 abgegebene Menge in flüssiger Phase vorliegende Menge mechanisch eingestellt. Fig. 34A ist ein schematisches Schaubild eines überkritischen Kühlzyklus gemäß der siebzehnten Ausführungsform. Bei der siebzehnten Ausführungsform wird die von dem Akkumulator 500 abgegebene Menge in flüssiger Phase vorliegende Menge auf der Grundlage der Kühlmittel-Druckdifferenz zwischen dem hochdruckseitigen Kühlmittel-Druck und dem niederdruckseitigen Kühlmittel-Druck eingestellt. Fig. 34B ist eine schematische Schnittansicht eines Strömungs-Regelungsventils 550 zum Einstellen der von dem Akkumulator 500 abgegebene Menge in flüssiger Phase vorliegenden Menge.

Wie in Fig. 34B dargestellt ist, besitzt das Strömungs-Regelungsventil 550 einen Ventilkörper 551, der in einer Gleitrichtung (d. h. in der Richtung von oben nach unten bzw. von unten nach oben in Fig. 34B) gleitet, um den Öffnungsgrad des zweiten Kühlmittel-Durchtritts 531 einzustellen. Der niederdruckseitige Kühlmittel-Druck innerhalb des Akkumulators 500 wird auf ein Seitenende des Ventilkörpers 551 in der Gleitrichtung zur Einwirkung gebracht, und der Innendruck innerhalb eines wärmesensitiven Zylinders 552 wird auf das andere Seitenende des Ventilkörpers 551 in der Gleitrichtung zur Einwirkung gebracht. Der Innendruck in-

nerhalb des wärmesensitiven Zylinders 552 ändert sich entsprechend der Kühlmitteltemperatur an der Kühlmittel-Einlassseite des Kühlers 200. Der Ventilkörper 531 ist so gewählt, dass der Öffnungsgrad des zweiten Kühlmittel-Durchtritts 531 größer wird, wenn sich der Ventilkörper 531 von dem einen Seitenende zu dem anderen Seitenende hin in der Gleitrichtung bewegt. Ein Federelement 553 ist mit dem Ventilkörper 551 so verbunden, dass die Federkraft des Federelements 553 von dem einen Seitenende aus auf das andere Seitenende zur Einwirkung gebracht wird. Ein Abdichtungselement 554, beispielsweise ein O-Ring, ist an dem Ventilkörper 551 angebracht, sodass verhindert werden kann, dass der Druck an den beiden Endseiten des Ventilkörpers 551 in der Gleitrichtung gleichmäßig ist.

Durch Einstellen der Ausgangslast des Federelements 553 auf eine vorbestimmte Last kann der Ventilkörper 551 bewegt werden, um den Öffnungsgrad des zweiten Kühlmittel-Durchtritts 531 zu vergrößern, wenn die Druckdifferenz zwischen dem hochdruckseitigen Kühlmitteldruck (d. h. dem Innendruck des wärmesensitiven Zylinders 552) und dem niederdruckseitigen Kühlmitteldruck (d. h. dem Druck innerhalb des Akkumulators 500) größer als ein vorbestimmter Wert wird. Hierbei ist der Federkoeffizient des Federelements 553 so klein wie möglich eingestellt.

Bei der siebzehnten Ausführungsform sind die übrigen Teile des Kühlmittelzyklus gleich denjenigen der oben beschriebenen zwölften Ausführungsform der vorliegenden Erfindung.

Nachfolgend wird eine achtzehnte bevorzugte Ausführungsform der vorliegenden Erfindung unter Bezugnahme auf Fig. 35A und 35B beschrieben. Bei der oben beschriebenen siebzehnten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung wird der Innendruck innerhalb des wärmesensitiven Zylinders 552 auf die andere Endseite des Ventilkörpers 511 zur Einwirkung gebracht, sodass der hochdruckseitige Kühlmitteldruck indirekt auf dem Ventilkörper 511 zur Einwirkung gebracht wird. Bei der achtzehnten Ausführungsform ist, wie in Fig. 35A und 35B dargestellt ist, das Strömungs-Regelungsventil 550 so gestaltet, dass der Druck des von dem Kompressor 100 abgegebenen Kühlmittels direkt auf das andere Seitenende des Ventilkörpers 511 in der Gleitrichtung zur Einwirkung gebracht wird.

Bei der achtzehnten Ausführungsform ist das Federelement 553 an einer Endseite des Ventilkörpers 551 in der Gleitrichtung angeordnet, sodass eine elastische Kraft in der Richtung zu der anderen Endseite in der Gleitrichtung auf den Ventilkörper 551 zur Einwirkung gebracht wird. Entsprechend wird der Druck des von dem Kompressor 100 abgegebenen Kühlmittels direkt auf die andere Endseite des Ventilkörpers 511 in der Gleitrichtung zur Einwirkung gebracht. Bei der achtzehnten Ausführungsform sind die übrigen Teile gleich denjenigen der oben beschriebenen zwölften Ausführungsform der vorliegenden Erfindung.

Nachfolgend wird eine neunzehnte bevorzugte Ausführungsform der vorliegenden Erfindung unter Bezugnahme auf Fig. 36A und 36B beschrieben. Bei der oben beschriebenen siebzehnten und achtzehnten Ausführungsform wird der hochdruckseitige Kühlmitteldruck auf die andere Endseite des Ventilkörpers 511 in der Gleitrichtung zur Einwirkung gebracht. Bei der neunzehnten Ausführungsform ist jedoch, wie in Fig. 36A und 36B dargestellt ist, die andere Endseite des Ventilkörpers 511 geöffnet, sodass der Druck der Atmosphäre zur Einwirkung gebracht wird. In diesem Fall wird die von dem Akkumulator 500 aus strömende und in flüssiger Phase vorliegende Menge auf der Grundlage des niederdruckseitigen Kühlmitteldrucks in der gleichen Weise wie bei der oben beschriebenen fünfzehnten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung eingestellt.

Nachfolgend wird eine zwanzigste bevorzugte Ausführungsform der vorliegenden Erfindung unter Bezugnahme auf Fig. 37A und 37B beschrieben. Bei der zwanzigsten Ausführungsform ist eine Strömungs-Regelungseinheit zum mechanischen Einstellen des Öffnungsgrades des zweiten Kühlmittelauslasses 530 innerhalb des Akkumulators 500 angeordnet.

Fig. 37A ist eine schematische Ansicht des Akkumulators 500 gemäß der zwanzigsten Ausführungsform. Kühlmittel, das von dem Verdampfer 400 aus strömt, wird in einen Behälterkörper 510 des Akkumulators 500 eingeführt. Gasförmiges Kühlmittel wird an der oberen Seite innerhalb des Behälterkörpers 510 in einen ersten Kühlmittelauslass 520 durch ein Rohr 502 hindurch eingeführt. Eine Misch-Verhinderungsplatte 503 zur Verhinderung des Vermischens von Kühlmittel, das in den Behälterkörper 510 einströmt, mit gasförmigem Kühlmittel ist innerhalb des Behälterkörpers 510 angeordnet.

Wie in Fig. 37B dargestellt ist, ist ein zweiter Kühlmittelauslass 530 an der unteren Seite des Rohrs 502 vorgesehen. Der Öffnungsgrad des zweiten Kühlmittelauslasses 530 wird mittels eines flexiblen Elements 504 eingestellt, das aus einer Legierung mit einem Erinnerungsvermögen für seine Gestalt oder aus einem Bimetall hergestellt ist und das durch die Umfangstemperatur stark expandiert und zusammengezogen wird.

Wenn die Umfangstemperatur mit einer Abnahme des Drucks innerhalb des Akkumulators 500 abnimmt, wird das elastische Element 504 zusammengezogen, und wird der Öffnungsgrad des zweiten Kühlmittelauslasses 530 vergrößert. Andererseits wird, wenn die Umfangstemperatur mit einer Erhöhung des Drucks innerhalb des Akkumulators 500 erhöht wird, das flexible Element 504 expandiert, und wird der Öffnungsgrad des zweiten Kühlmittelauslasses 530 verkleinert.

In Fig. 37B ist das flexible Element 504 an dem Rohr 502 mittels eines Anschlags 505 befestigt, und wird der zweite Kühlmittelauslass 530 mittels eines bewegbaren Ventils 506 geöffnet und geschlossen, das in axialer Richtung an einem Ende der flexiblen Elemente 504 befestigt ist.

Obwohl die vorliegende Erfindung vollständig in Verbindung mit ihren bevorzugten Ausführungsformen unter Bezugnahme auf die beigefügten Zeichnungen beschrieben worden ist, ist zu beachten, dass zahlreiche bzw. verschiedene Änderungen und Modifikationen für den Fachmann ersichtlich sein werden.

Beispielsweise wird bei der oben beschriebenen vierten Ausführungsform, wenn die hochdruckseitige Kühlmitteltemperatur höher als die vorbestimmte Temperatur T_{do} ist, irgendeine Regelung zwischen der Regelung der Menge des von dem Kompressor 100 abgegebenen Kühlmittels und der Regelung des Öffnungsgrades des Druckregelventils 300 durchgeführt, nachdem bestimmt worden ist, welche Regelung durchgeführt wird. Jedoch können sowohl die Menge des von dem Kompressor 100 abgegebenen Kühlmittels als auch der Öffnungsgrad des Druckregelventils 300 gleichzeitig geregelt werden.

Bei der oben beschriebenen ersten bis elften Ausführungsform kann die Kühlmitteltemperatur T_g an dem Auslass des Kühlers 200 beispielsweise aus der Oberflächentemperatur eines Kühlmittelrohrs oder eines Kühlmittel-Wärmetauschers berechnet werden.

Bei der oben beschriebenen zwölften bis zwanzigsten Ausführungsform wird die von dem Akkumulator 500 aus strömende und in flüssiger Phase vorliegende Menge auf der Grundlage eines Kühlmitteldrucks oder eine Kühlmitteltemperatur eingestellt. Die Kühlmitteltemperatur und der Kühlmitteldruck werden entsprechend der Drehzahl des Kom-

pressors 100 geändert. Daher kann bei der oben beschriebenen zwölften bis zwanzigsten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung, wenn die Drehzahl des Kompressors 100 oder die Menge des von dem Kompressor 100 abgegebenen Kühlmittels größer als ein vorbestimmter Wert ist, die von dem Akkumulator 500 aus strömende und in flüssiger Phase vorliegende Menge vergrößert werden.

Bei den oben beschriebenen Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung können andere Kühlmittel, beispielsweise Ethylen, Ethan und Stickstoffdioxid verwendet werden. Weiter findet bei den oben beschriebenen Ausführungsformen die vorliegende Erfindung typischerweise Anwendung bei einem überkritischen Kühlmittelzyklus. Jedoch kann die vorliegende Erfindung auch bei einer häuslichen Klimaanlage, einer unkündbaren Klimaanlage oder einer Wasser-Heizeinrichtung mit Wärmepumpe Anwendung finden.

Solche Änderungen und Modifikationen sind als innerhalb des Umfangs der vorliegenden Erfindung gemäß deren Definition durch die beigefügten Ansprüche fallend zu verstehen.

Patentansprüche

1. Kühlmittelzyklus-System, umfassend:
einen Kühlmittelzyklus, in dem Kühlmittel mit einer Wärmebewegung zirkuliert,
wobei der Kühlmittelzyklus aufweist
einen Kompressor (100) zum Komprimieren des Kühlmittels, wobei der Kompressor das Kühlmittel mit einem Druck höher als der kritische Druck abgibt,
einen Kühler (200) zum Kühlen des von dem Kompressor abgegebenen Kühlmittels,
ein Druckregelungsventil (300) zum Dekomprimieren des von dem Kühler aus strömenden Kühlmittels, wobei das Druckregelungsventil in Hinblick darauf angeordnet ist, den Druck des hochdruckseitigen Kühlmittels des Kompressors zu einer Position vor dem Dekomprimieren zu regeln, und
einen Verdampfer (400) zum Verdampfen des in dem Druckregelungsventil dekomprimierten Kühlmittels; und
eine Regelungseinheit (700), die sowohl die Menge des von dem Kompressor abgegebenen Kühlmittels als auch den Öffnungsgrad des Druckregelungsventils regelt.
2. Kühlmittelzyklus-System nach Anspruch 1, wobei die Regelungseinheit die Menge des von dem Kompressor abgegebenen Kühlmittels und den Öffnungsgrad des Druckregelungsventils auf der Grundlage eines theoretischen Leistungskoeffizienten des Kühlmittelzyklus und des Wirkungsgrades des Kompressors regelt.
3. Kühlmittelzyklus-System nach Anspruch 1, wobei die Regelungseinheit ein Berechnungsmittel zum Berechnen des effektiven Leistungskoeffizienten des Kühlmittelzyklus auf der Grundlage der Menge einer sich bewegenden Wärme, die sich von dem Verdampfer aus zu dem Kühler des Kühlmittelzyklus hin bewegt, und der durch den Kompressor verbrauchten Energie aufweist; und
die Regelungseinheit die von dem Kompressor abgegebene Kühlmittelmenge und den Öffnungsgrad des Druckregelungsventils auf der Grundlage des berechneten effektiven Leistungskoeffizienten des Kühlmittelzyklus regelt.
4. Kühlmittelzyklus-System nach irgendeinem der Ansprüche 1-3, wobei die Regelungseinheit den Öff-

nungsgrad des Druckregelungsventils nach einer Veränderung der von dem Kompressor abgegebenen Kühlmittelmenge regelt.

5. Kühlmittelzyklus-System nach Anspruch 1, wobei die Regelungseinheit die von dem Kompressor abgegebene Kühlmittelmenge nach einer Veränderung des Öffnungsgrades des Druckregelungsventils regelt.

6. Kühlmittelzyklus-System nach Anspruch 1, wobei die Regelungseinheit ein Kühlmitteltemperatur-Feststellungselement zum Feststellen der Temperatur des hochdruckseitigen Kühlmittels aufweist; und
die Regelungseinheit die von dem Kompressor abgegebene Kühlmittelmenge und/oder den Öffnungsgrad des Druckregelungsventils so regelt, dass die mittels des Kühlmitteltemperatur-Feststellungselements festgestellte Temperatur niedriger als eine vorbestimmte Temperatur ist.

7. Kühlmittelzyklus-System nach Anspruch 6, wobei die Regelungseinheit ein Bestimmungsmittel (S712-S802) zum Bestimmen, aufweist, dass die von dem Kompressor abgegebene Kühlmittelmenge oder der Öffnungsgrad des Druckregelungsventils geregelt wird, wenn die mittels des Kühlmitteltemperatur-Feststellungselements festgestellte Temperatur höher als die vorbestimmte Temperatur ist.

8. Kühlmittelzyklus-System nach Anspruch 1, wobei die Regelungseinheit die von dem Kompressor abgegebene Kühlmittelmenge und den Öffnungsgrad des Druckregelungsventils so regelt, dass das Antriebsmoment des Kompressors niedriger als ein vorbestimmtes Moment ist.

9. Kühlmittelzyklus-System nach Anspruch 8, wobei wenn das Antriebsmoment des Kompressors zu dem vorbestimmten Moment wird, die Regelungseinheit das Druckregelungsventil derart regelt, dass der Druck des hochdruckseitigen Kühlmittels niedriger als ein Solldruck wird, der auf der Grundlage der Kühlmitteltemperatur an dem Auslass des Kühlers bestimmt wird, und die von dem Kompressor abgegebene Kühlmittelmenge derart regelt, dass die durch den Verdampfer erzeugte Kühlkapazität eine vorbestimmte Kapazität wird.

10. Kühlmittelzyklus-System nach Anspruch 8, wobei:
der Kompressor durch einen Elektromotor (M) angetrieben ist, der durch einen Inverter veränderbar geregelt ist; und

das Antriebsmoment des Kompressors mittels des elektrischen Stroms des Inverters festgestellt wird.

11. Kühlmittelzyklus-System nach Anspruch 1, wobei wenn die Temperaturdifferenz zwischen der Kühlmitteltemperatur an dem Auslass des Kühlers und der Temperatur eines Fluids, das durch den Kühler hindurch tritt, um einen Wärmeaustausch mit dem Kühlmittel zu erfahren, gleich einer vorbestimmten Temperaturdifferenz oder größer als diese ist, die Regelungseinheit das Druckregelungsventil so regelt, dass es einen Kühlmittel-Druck an dem Auslass des Kühlers höher als ein Kühlmittel-Solldruck aufweist, der auf der Grundlage der Kühlmitteltemperatur an dem Auslass des Kühlers bestimmt wird, während die von dem Kompressor abgegebene Kühlmittelmenge so geregelt wird, dass sie abnimmt.

12. Kühlmittelzyklus-System nach irgendeinem der Ansprüche 1-11, wobei das in dem Kühlmittelzyklus zirkulierende Kühlmittel Kohlenstoffdioxid ist.

13. Kühlmittelzyklus-System nach Anspruch 1, wobei:

der K hlmittekyklus ferner einen Akkumulator (500) mit einem Behälterbereich (510), in den K hlmitte von dem Verdampfer aus einströmt, um in gasförmiges K hlmitte und in flüssiges K hlmitte aufgeteilt zu werden, und ein Strömungs-Regelungselement (541) 5 zum Regeln der Menge eines flüssigen Fluids, das Schmieröl und flüssiges K hlmitte enthält und das von dem Akkumulator aus zu dem Kompressor hin strömt, aufweist;

der Behälterbereich des Akkumulators einen oberen 10 Auslass (520), durch den hindurch das gasförmige K hlmitte in den Kompressor von der oberen Seite des Beh lterbereichs aus eingesaugt wird, und einen unteren Auslass (530) besitzt, durch den hindurch das flüssige Fluid in den Kompressor von der unteren Seite des 15 Beh lterbereichs aus eingesaugt wird; und das Strömungs-Regelungselement die Menge des flüssigen Fluids regelt, die von der unteren Seite des Beh lterbereichs aus in den Kompressor einströmt.

14. K hlmittekyklus-System nach Anspruch 13, wobei der K hlmittekyklus ferner einen inneren Wärmetauscher (600) aufweist, in dem K hlmitte von dem Akkumulator vor dem Ansaugen in den Kompressor und das hochdruckseitige K hlmitte vor dem Dekomprimieren durch das Druckregelungsventil einen Wärmeaustausch erfahren. 20

15. K hlmittekyklus-System nach Anspruch 13, wobei:

die Regelungseinheit ein K hlmitte Temperatur-Feststellungselement (542) zum Feststellen der Temperatur 25 des K hlmittes in einem K hlmitte-Durchtritt von einem Abgabeanschluss des Kompressors aus zu einem Einlass des Kühlers hin aufweist; und das Strömungs-Regelungselement die Menge des von der unteren Seite des Beh lterbereichs abgegebenen flüssigen Fluids vergrößert, wenn die mittels des K hlmitte Temperatur-Feststellungselements festgestellte Temperatur höher als eine vorbestimmte Temperatur ist. 30

16. K hlmittekyklus-System nach Anspruch 13, wobei:

die Regelungseinheit ein K hlmitte Temperatur-Feststellungselement (545) zum Feststellen der Temperatur 35 des K hlmittes in einem K hlmitte-Durchtritt von dem Auslass des Druckregelungsventils aus zu dem Einlass des inneren Wärmetauschers hin aufweist; und das Strömungs-Regelungselement die Menge des von der unteren Seite des Beh lterbereichs abgegebenen flüssigen Fluids vergrößert, wenn die mittels des K hlmitte Temperatur-Feststellungselements festgestellte 40 Temperatur niedriger als eine vorbestimmte Temperatur ist.

17. K hlmittekyklus-System nach Anspruch 13, wobei:

die Regelungseinheit ein K hlmitte Druck-Feststellungselement (546) zum Feststellen des Drucks des 45 K hlmittes in einem K hlmitte-Durchtritt von dem Auslass des Druckregelungsventils aus zu dem Ansauganschluss des Kompressors hin aufweist; und das Strömungs-Regelungselement die Menge des von der unteren Seite des Beh lterbereichs abgegebenen flüssigen Fluids vergrößert, wenn der mittels des K hlmitte Druck-Feststellungselements festgestellte Druck 50 niedriger als ein vorbestimmter Druck ist.

18. K hlmittekyklus-System nach Anspruch 13, wobei:

die Regelungseinheit ein erstes K hlmitte Druck-Feststellungselement (547) zum Feststellen des Drucks des 55

K hlmittes in einem hochdruckseitigen K hlmitte-Durchtritt von dem Abgabeanschluss des Kompressors aus zu dem Einlass des Druckregelungsventils hin und ein zweites K hlmitte Druck-Feststellungselement (546) zum Feststellen des Drucks des K hlmittes in einem niederdruckseitigen K hlmitte-Durchtritt von dem Auslass des Druckregelungsventils aus zu dem Ansauganschluss des Kompressors hin aufweist; und das Strömungs-Regelungselement die Menge des von der unteren Seite des Beh lterbereichs abgegebenen flüssigen Fluids vergrößert, wenn die Druckdifferenz zwischen dem mittels des ersten K hlmitte Druck-Feststellungselements festgestellten K hlmitte Druck und dem mittels des zweiten K hlmitte Druck-Feststellungselements festgestellten K hlmitte Druck größer als ein vorbestimmter Druck ist.

19. Klimaanlage für die Regelung der Temperatur eines Raums, umfassend:

einen Kompressor (100) zum Komprimieren eines K hlmittes, wobei der Kompressor das K hlmitte mit einem Druck höher als der kritische Druck abgibt;

ein Gehäuse (800) zur Bildung eines Luftdurchtritts, durch den hindurch Luft in den Raum einströmt;

einen Kühler (200), der in dem Gehäuse angeordnet ist, zur Durchführung eines Wärmeaustauschs zwischen dem von dem Kompressor abgegebenen K hlmitte und Luft, die durch den Luftdurchtritt innerhalb des Gehäuses hindurch strömt;

ein Druckregelungsventil (300) zum Dekomprimieren des K hlmittes, das von dem Kühler aus strömt, wobei das Druckregelungsventil derart angeordnet ist, dass es den Druck des hochdruckseitigen K hlmittes von dem Kompressor aus zu einer Position vor dem Dekomprimieren auf der Grundlage der K hlmitte Temperatur an dem Auslass des Kühlers regelt;

einen Verdampfer (400) zum Verdampfen des in dem Druckregelungsventil verdampften K hlmittes durch Absorbieren von Wärme aus Luft von außerhalb des Gehäuses; und

eine Regelungseinheit (700), die sowohl die von dem Kompressor abgegebene K hlmitte Menge als auch den Öffnungsgrad des Druckregelungsventils geregelt, wobei:

an der luftstromaufwärtigen Seite des Kühlers der Luftdurchtritt in einen Außenluft-Durchtritt, durch den hindurch Außenluft von außerhalb des Raums strömt, um in den Kühler eingeführt werden, und in einen Innenluft-Durchtritt aufgeteilt ist, durch den hindurch Innenluft von innerhalb des Raums strömt, um in den Kühler eingeführt zu werden;

der Kühler derart angeordnet ist, dass die Auslassseite für das K hlmitte des Kühlers an einer Seite des Außenluft-Durchtritts angeordnet ist; und

die Regelungseinheit die von dem Kompressor abgegebene K hlmitte Menge während einer Regelung des Druckregelungsventils regelt, sodass der Druck des hochdruckseitigen K hlmittes zu einem Solldruck wird, der auf der Grundlage der Temperatur der Außenluft bestimmt wird, wenn Außenluft in den Außenluft-Durchtritt eingeführt wird.

Hierzu 30 Seite(n) Zeichnungen

FIG. 1

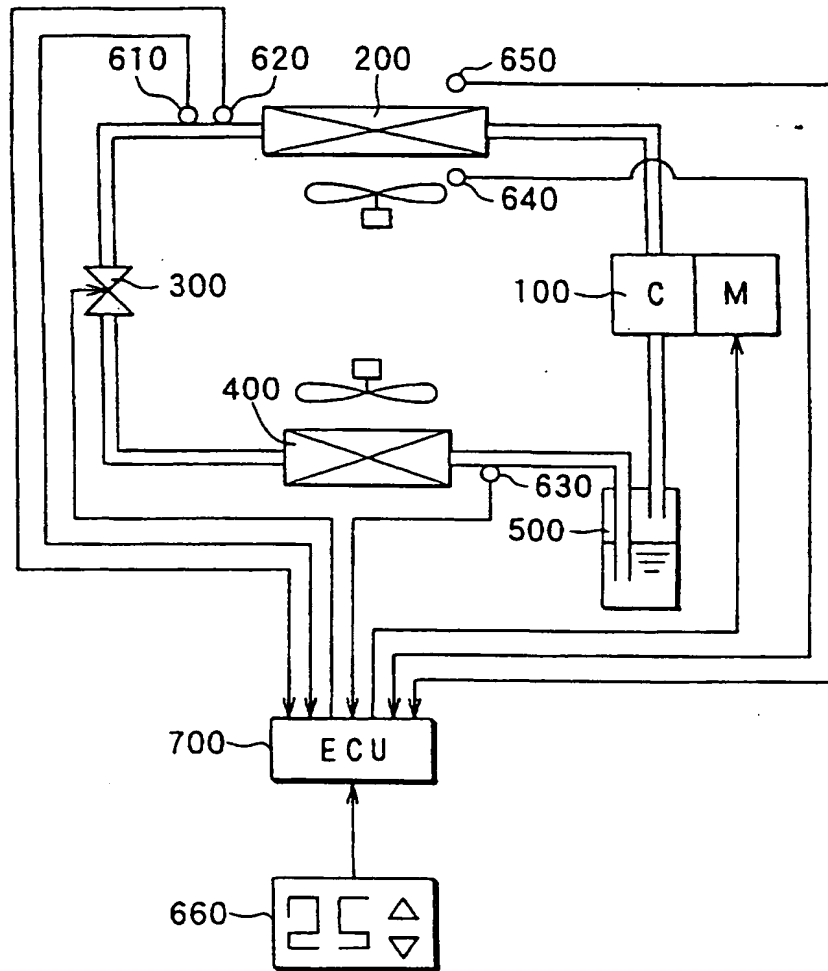


FIG. 2

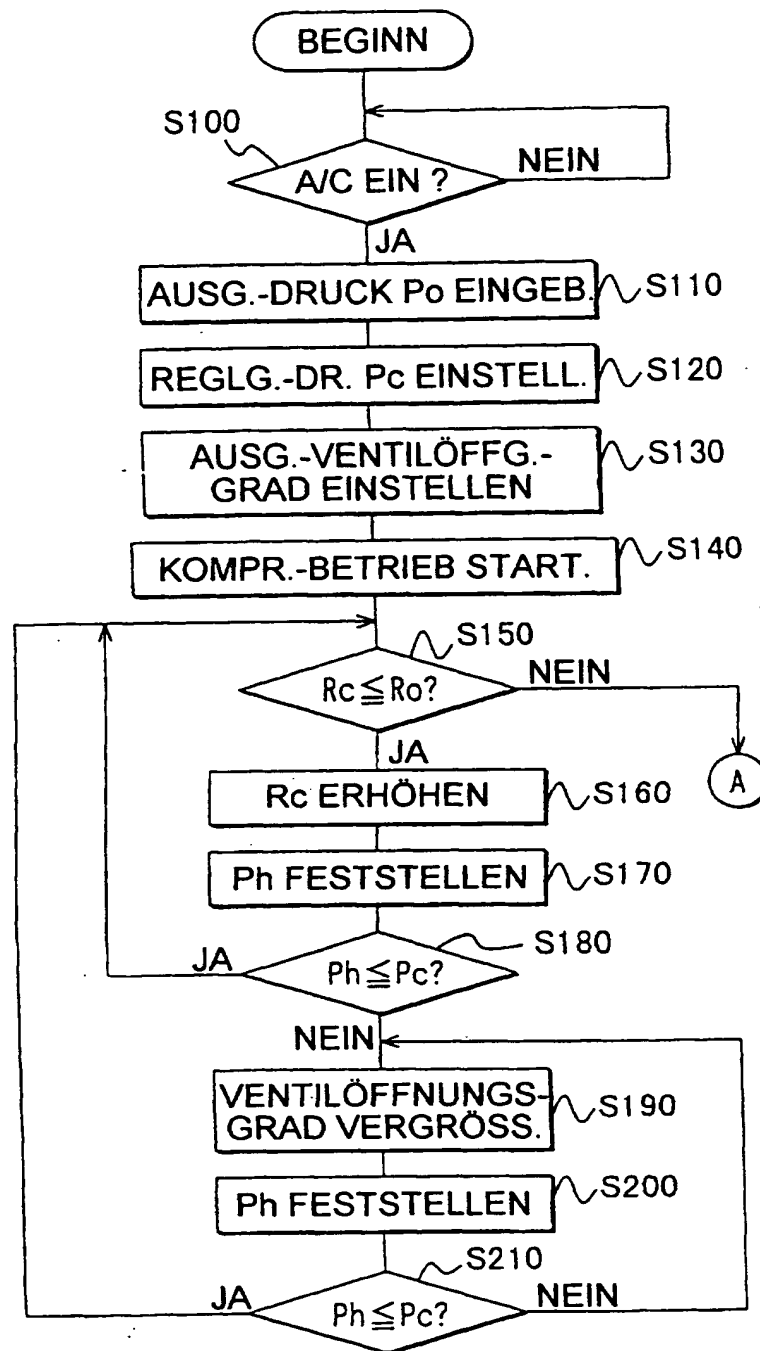


FIG. 3

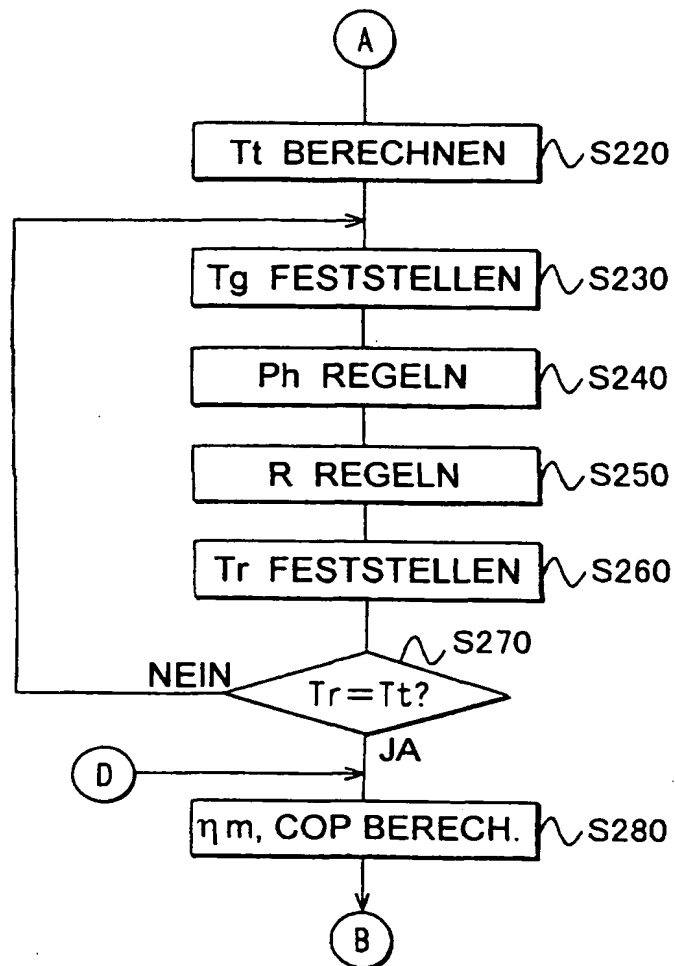


FIG. 4

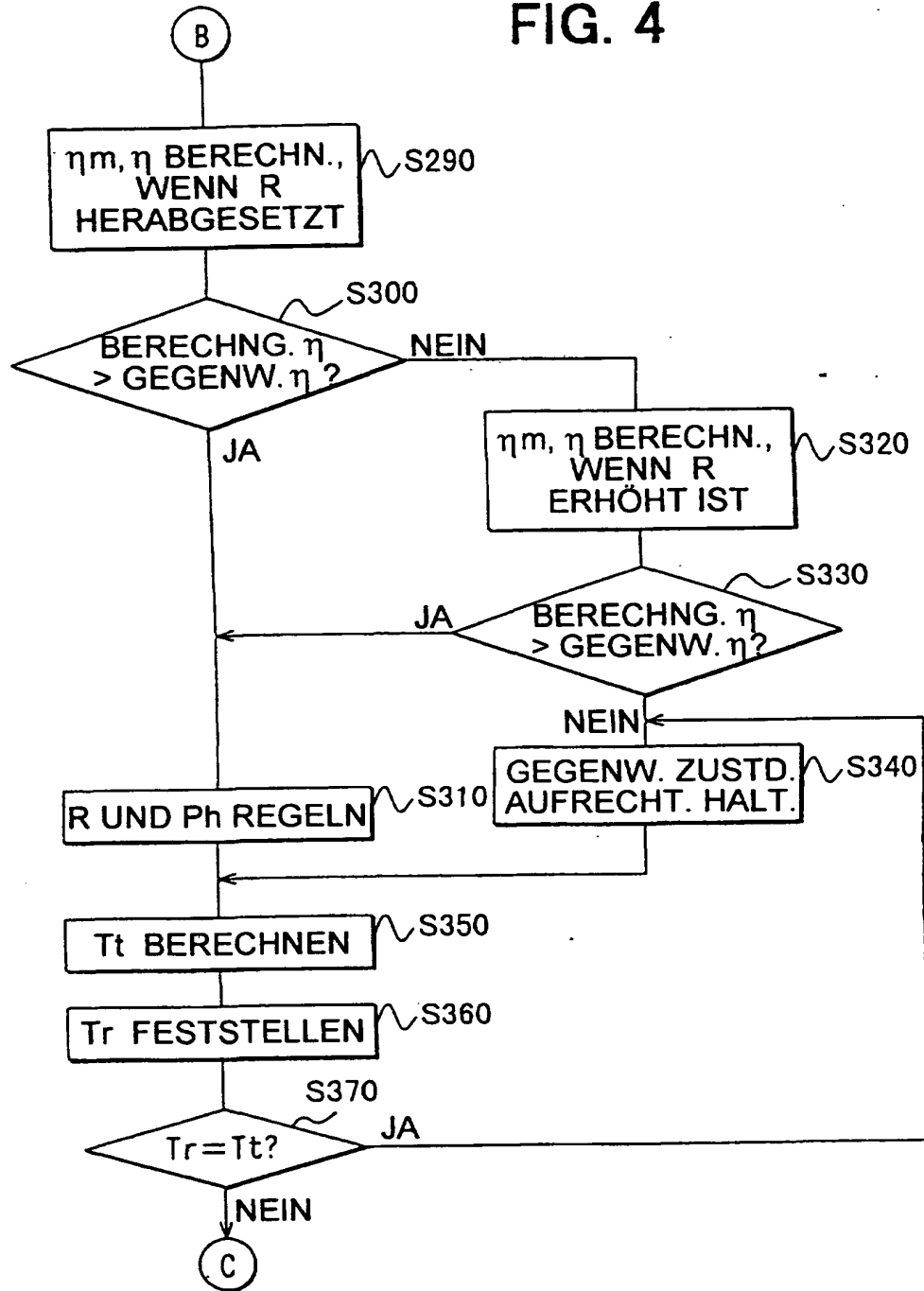


FIG. 5

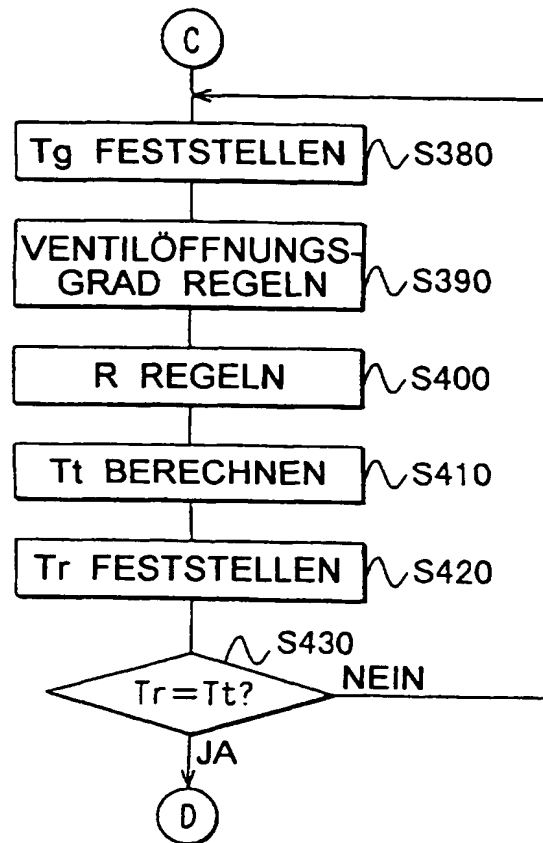


FIG. 6

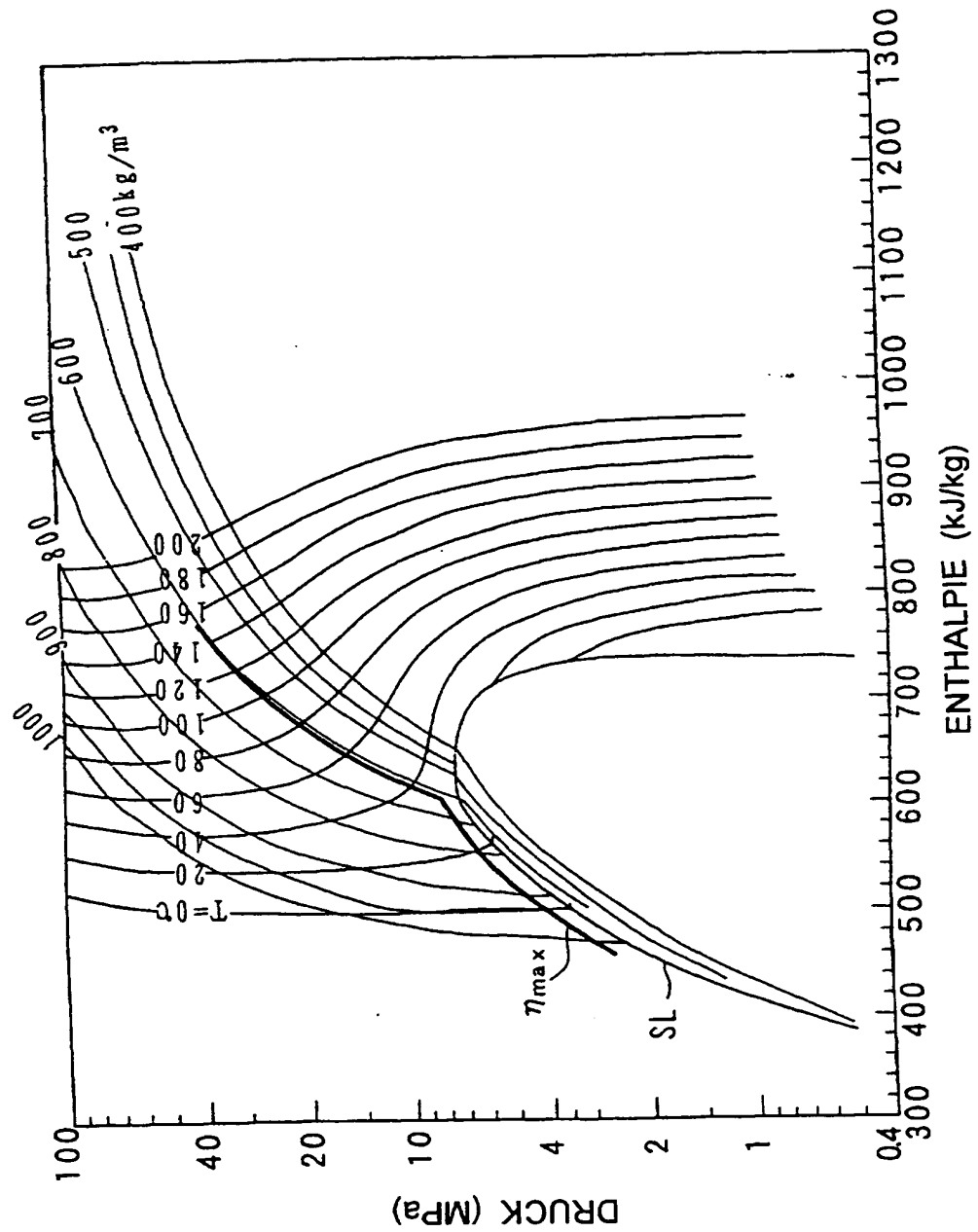


FIG. 7

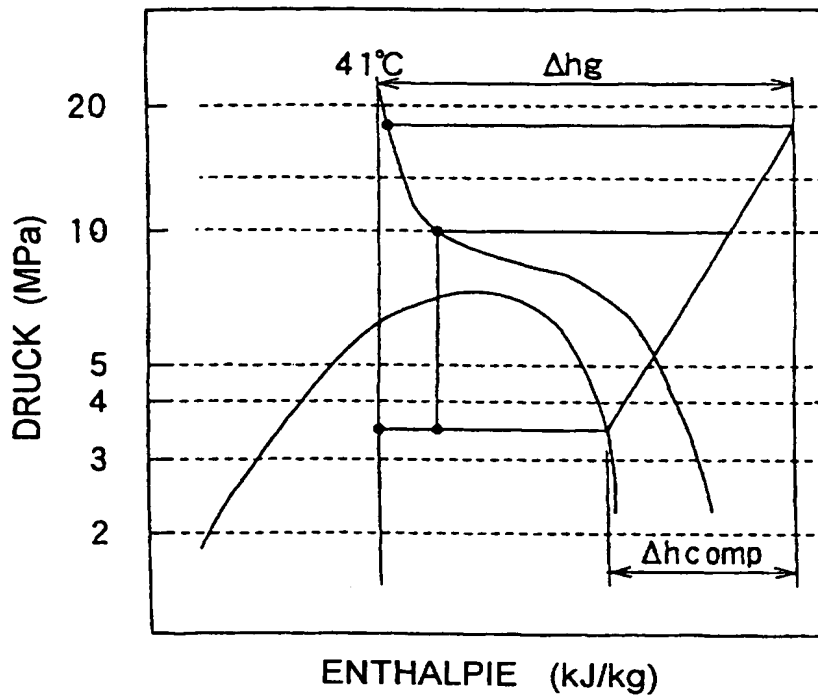


FIG. 8

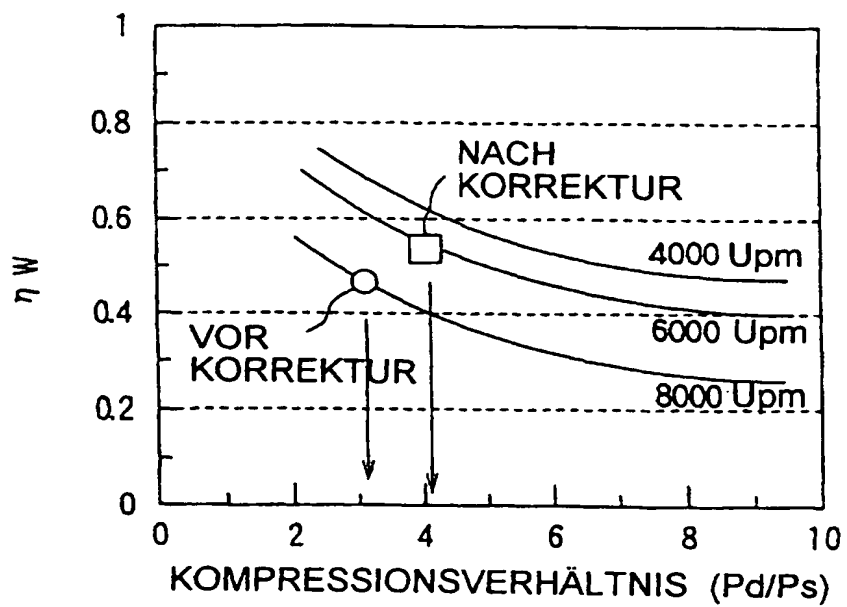


FIG. 9

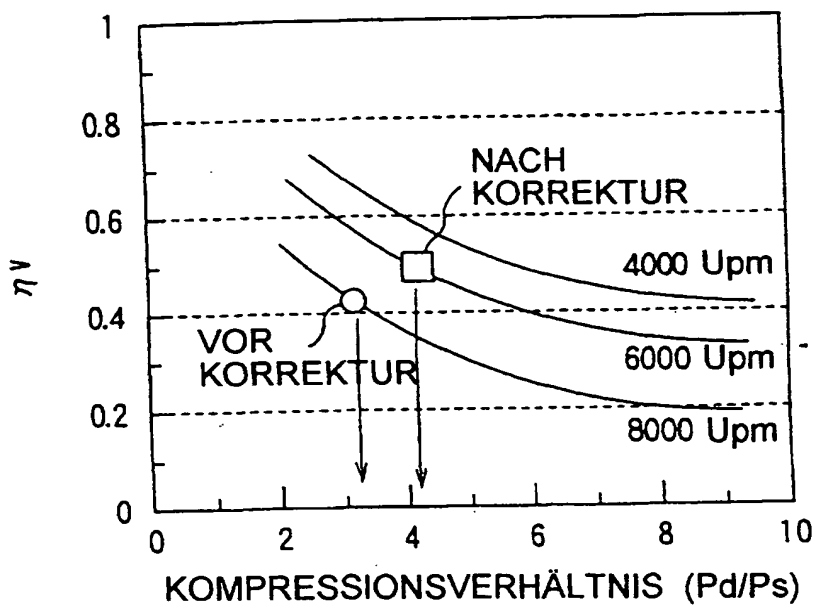


FIG. 10

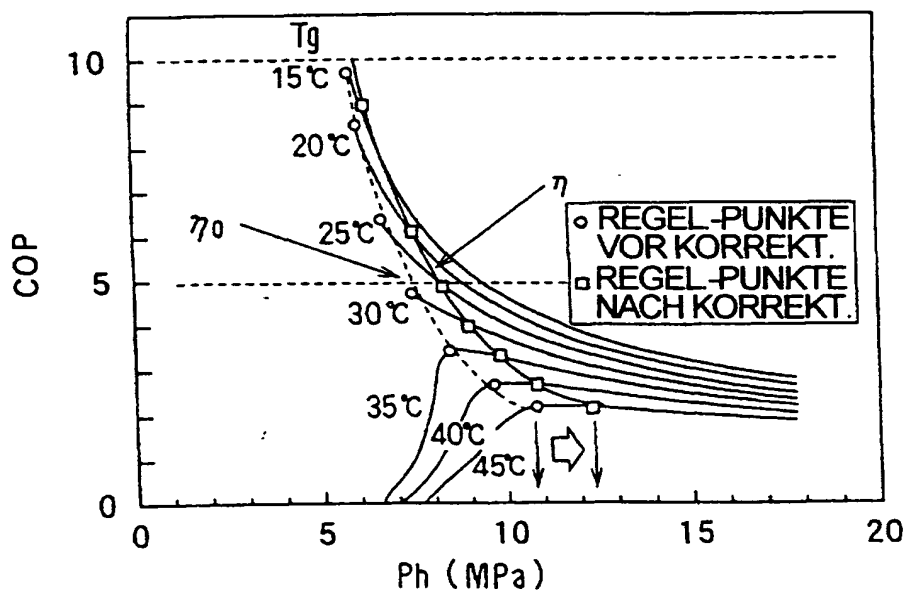


FIG. 11

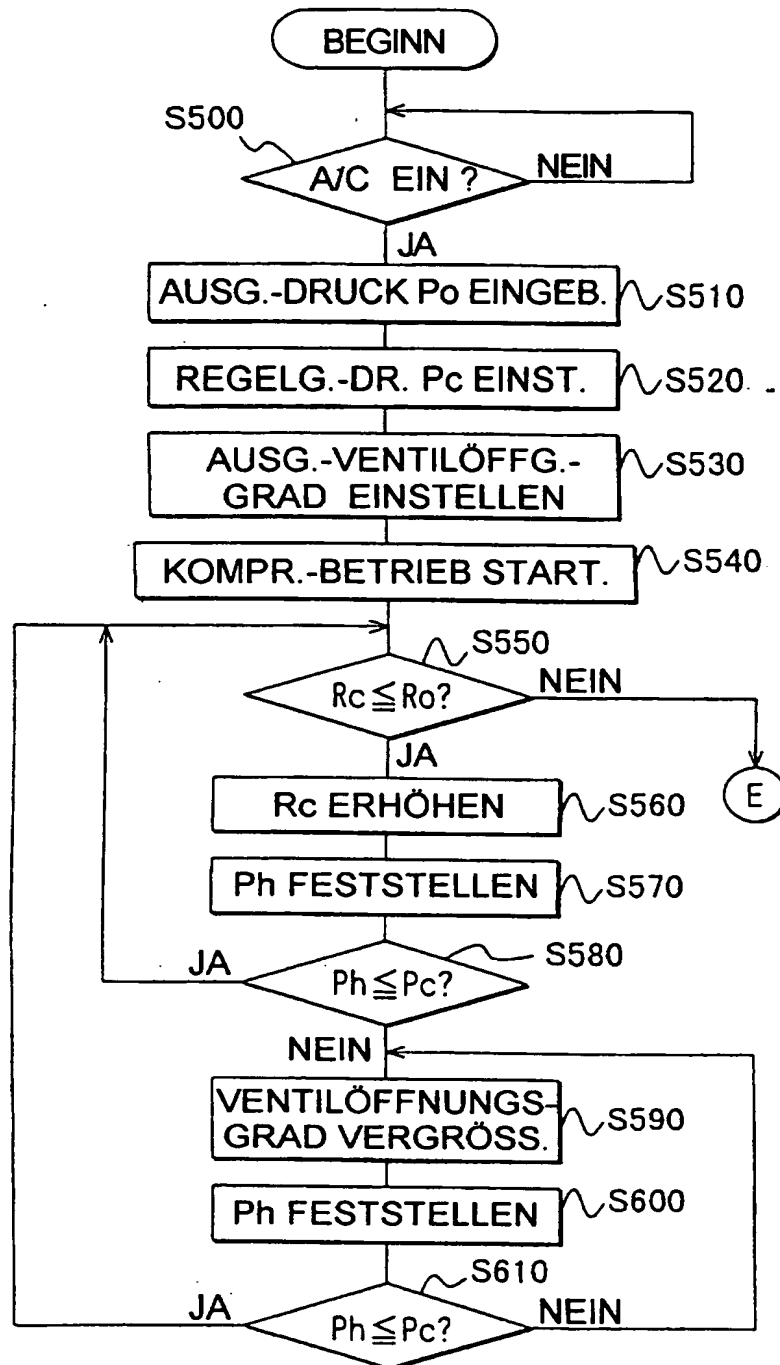


FIG. 12

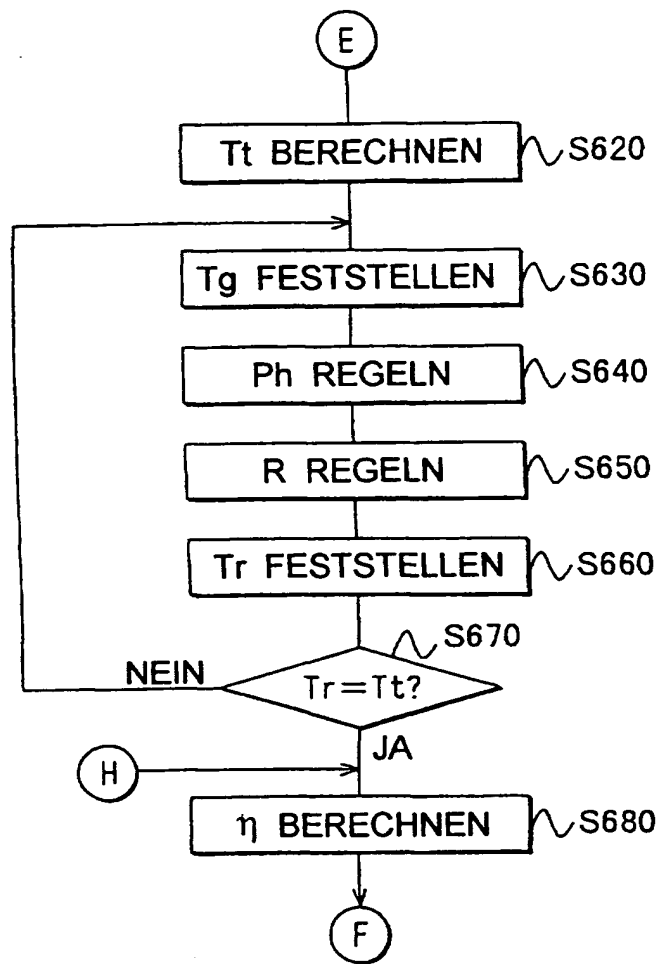


FIG. 13

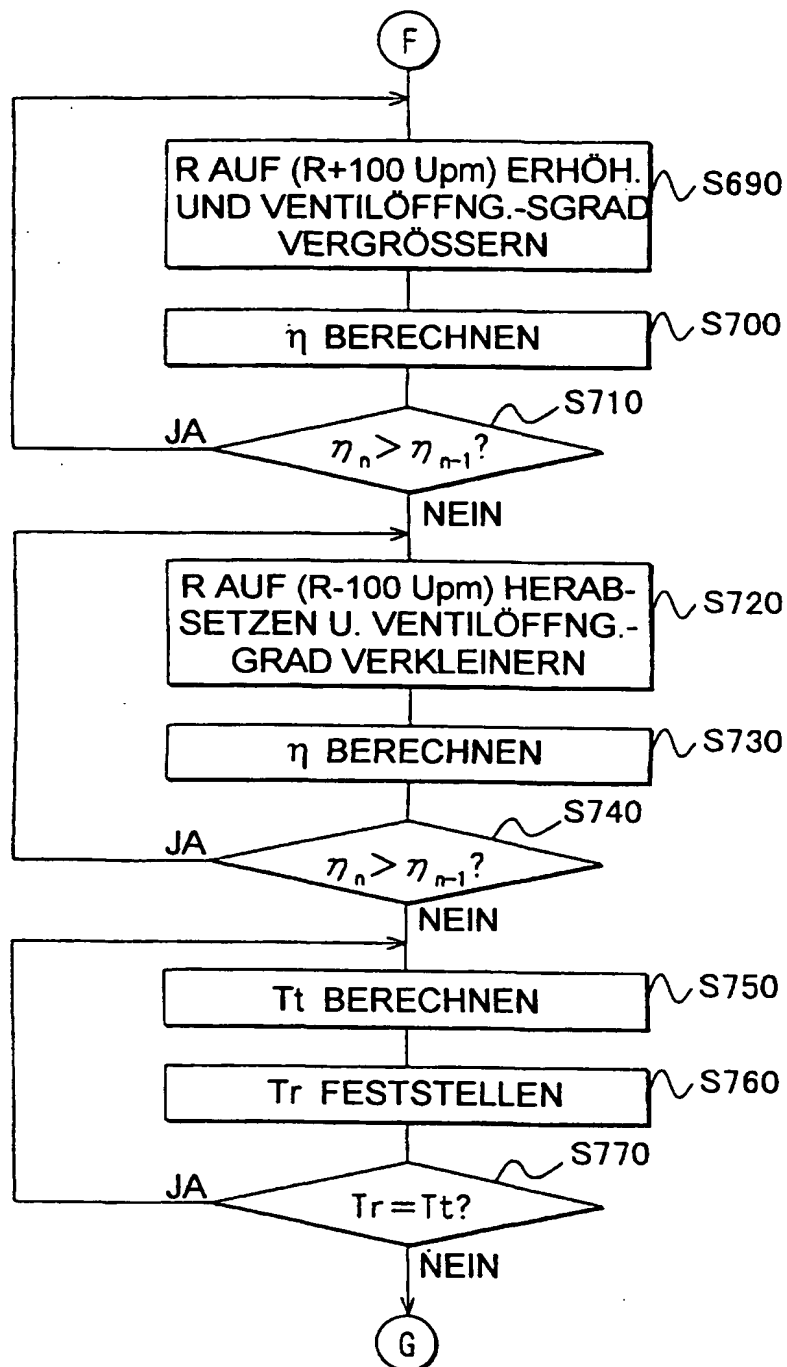


FIG. 14

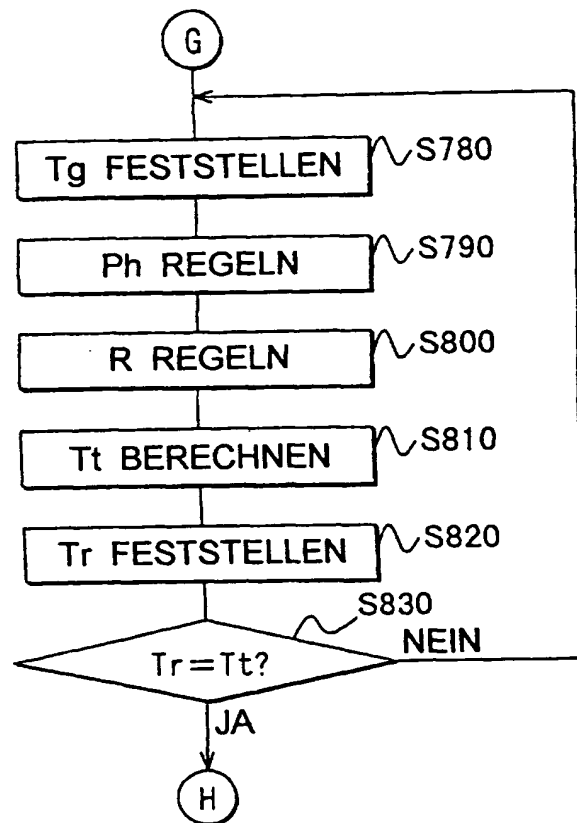


FIG. 15

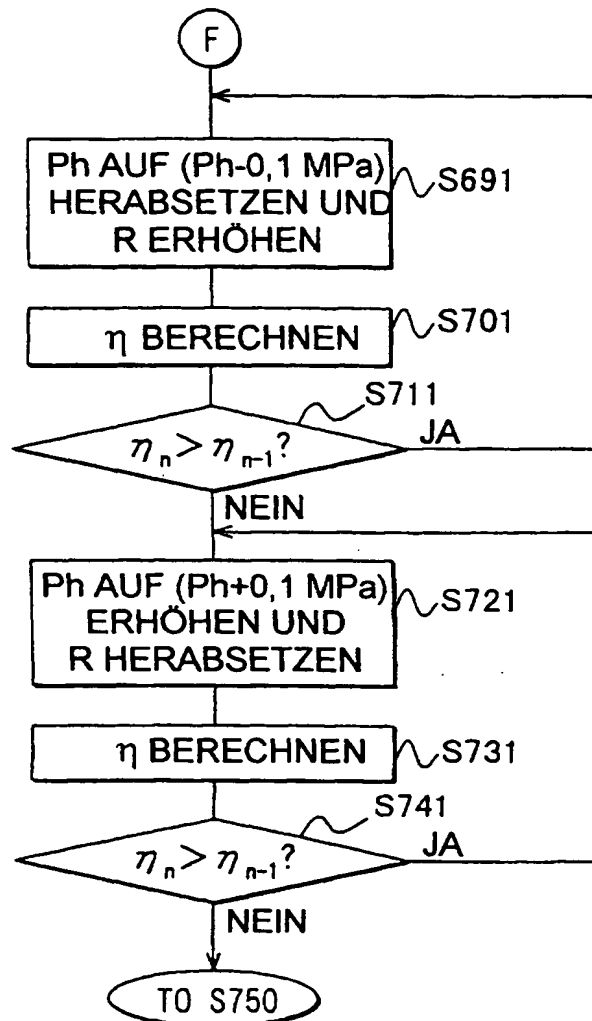


FIG. 16

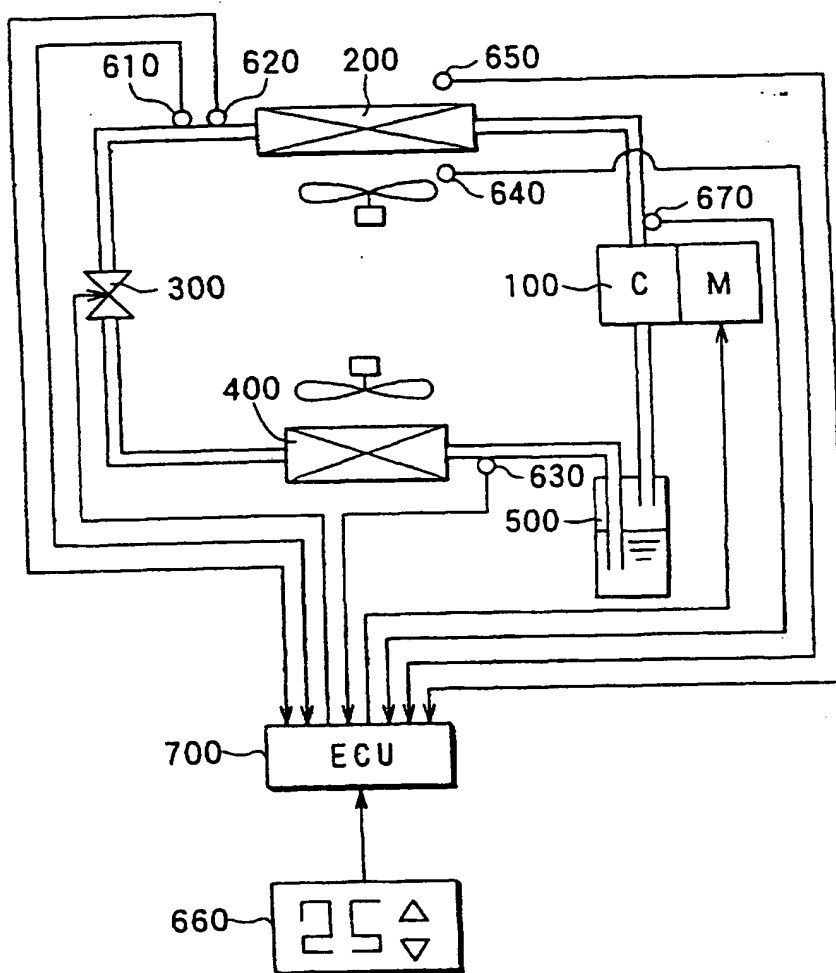


FIG. 17

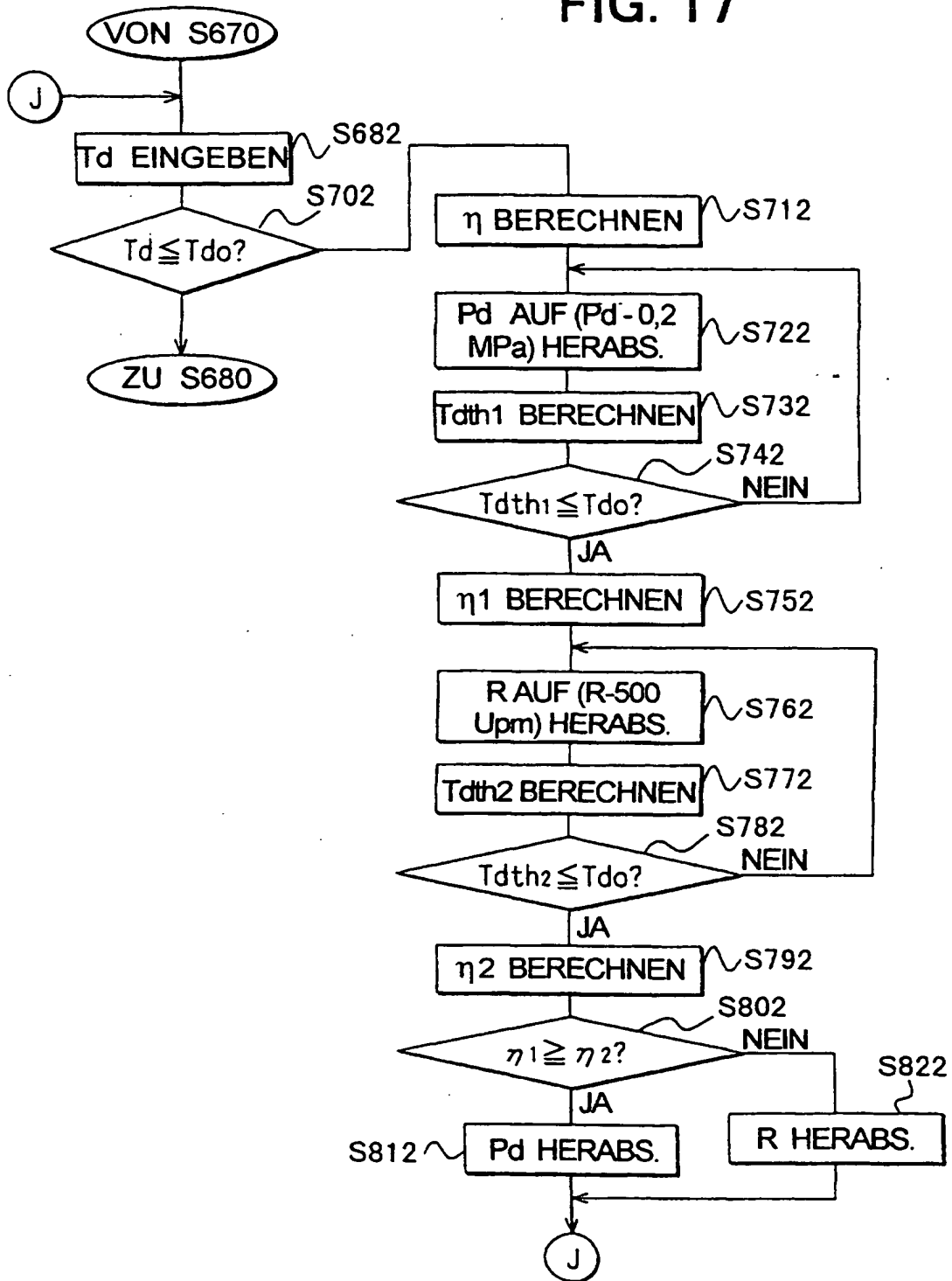


FIG. 18

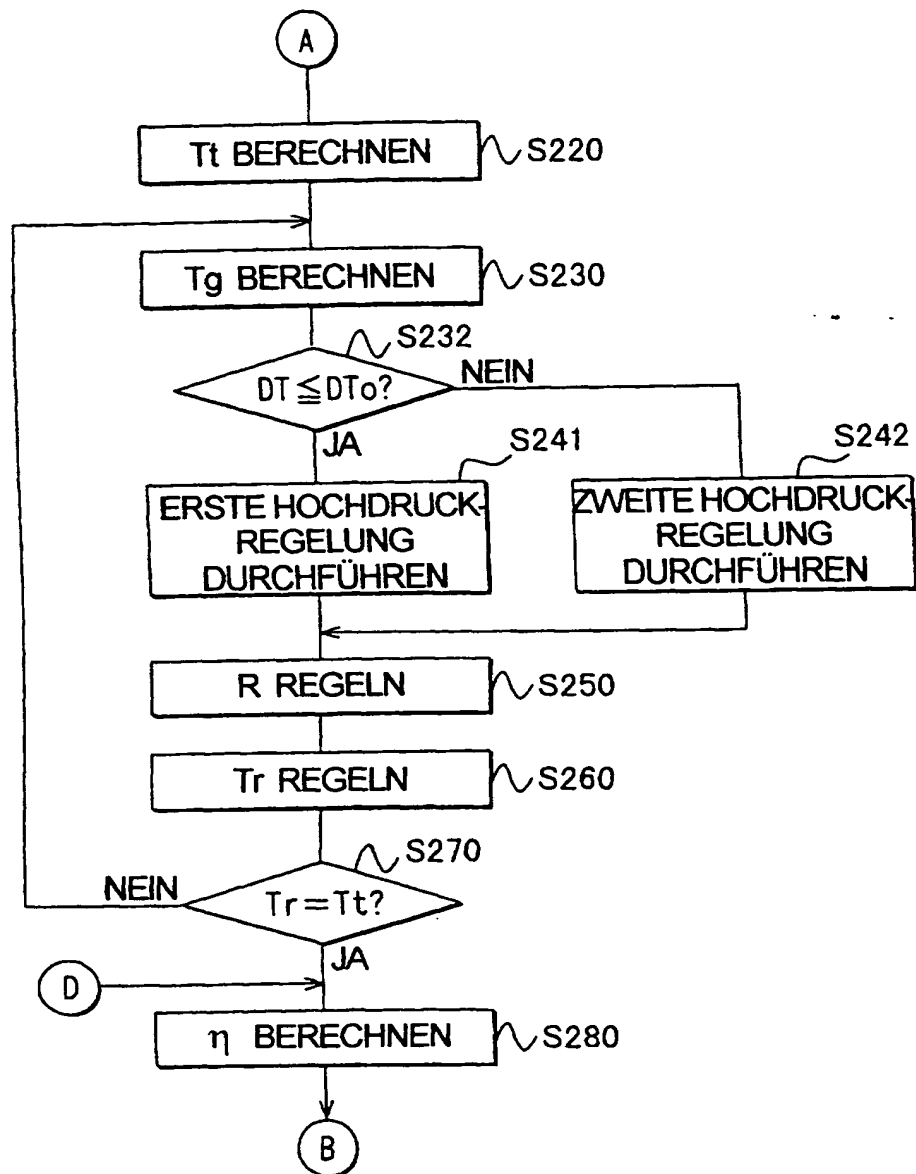


FIG. 19

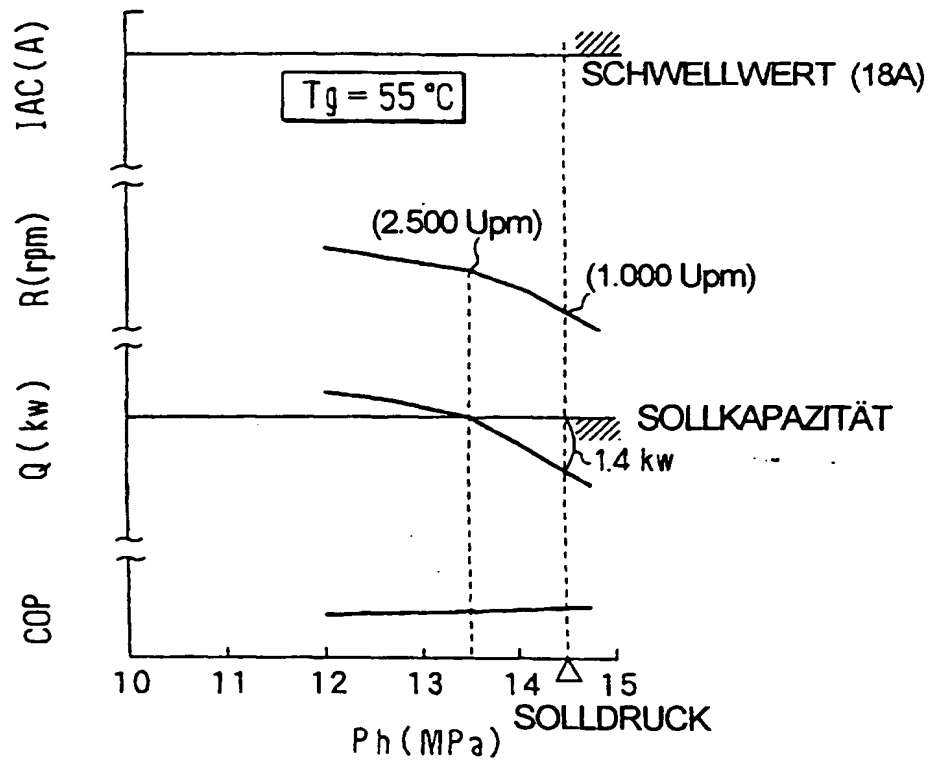


FIG. 20

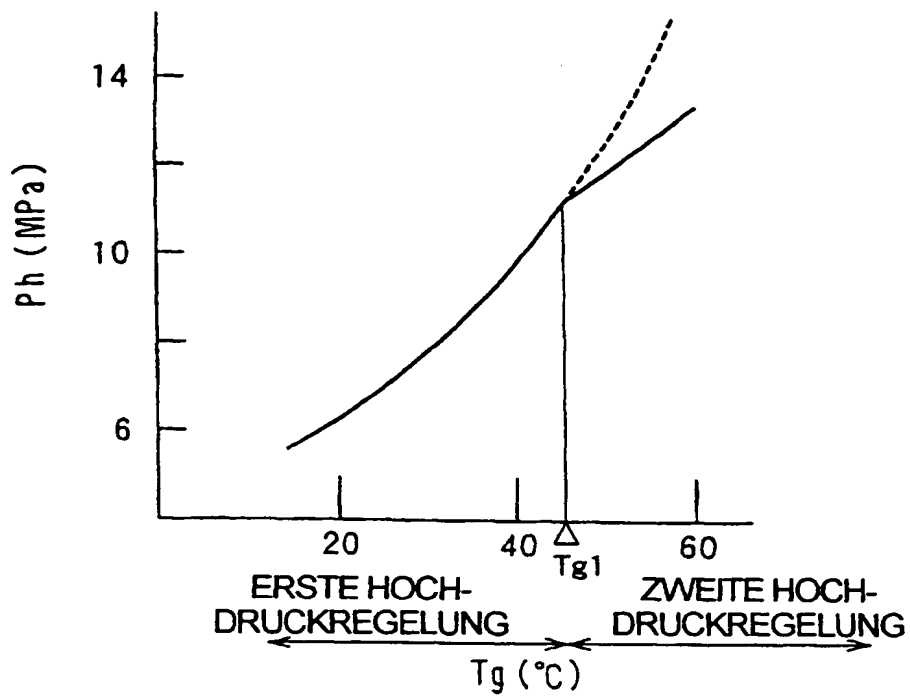


FIG. 21

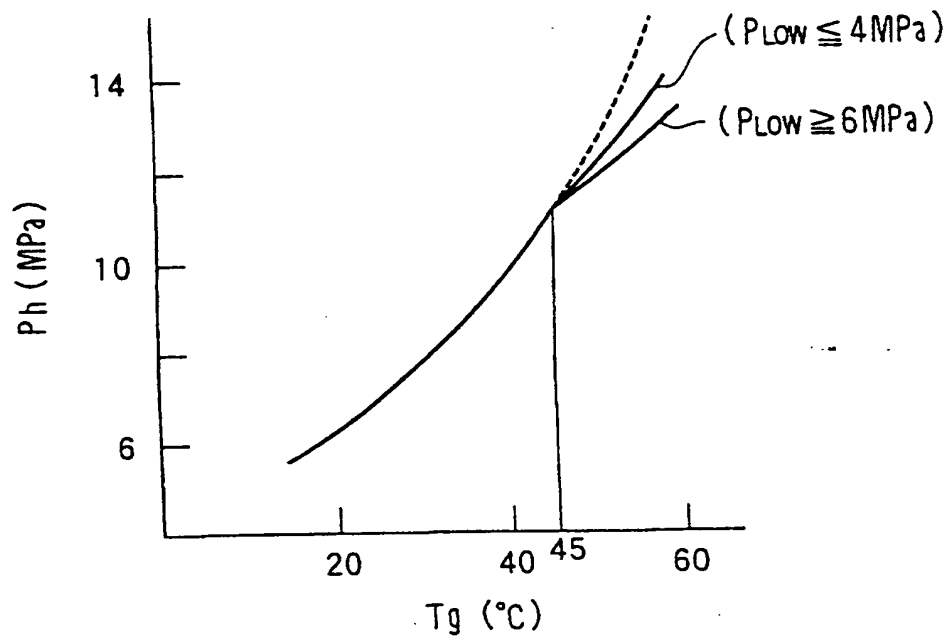


FIG. 22

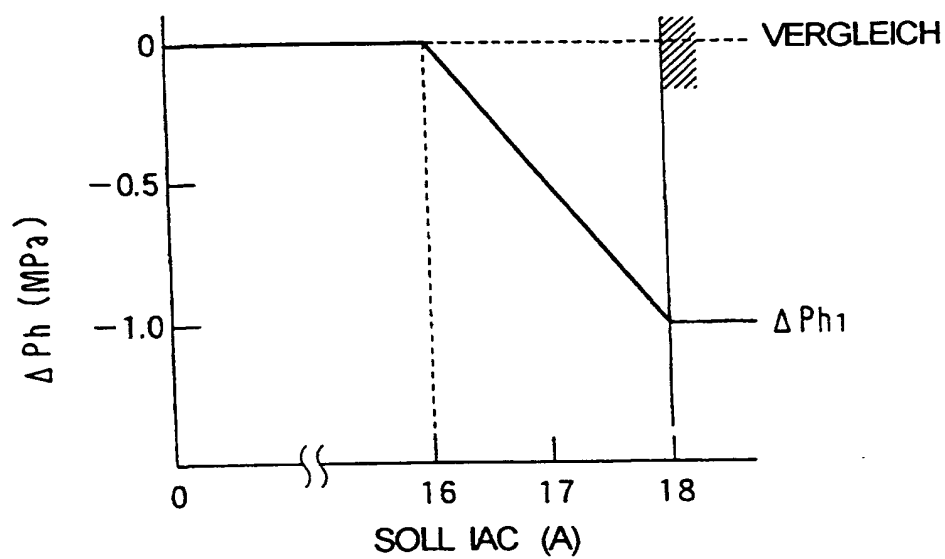


FIG. 23

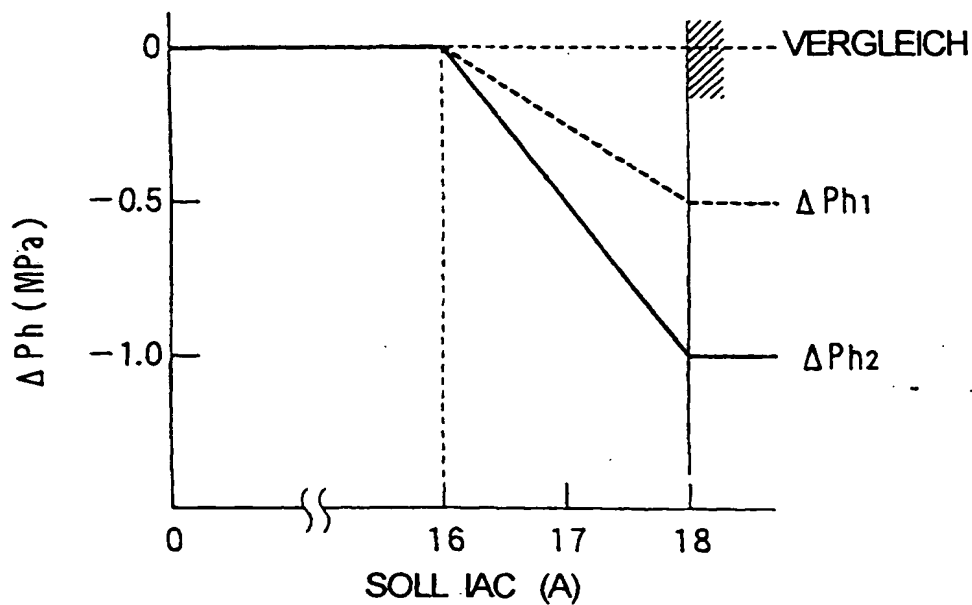


FIG. 24

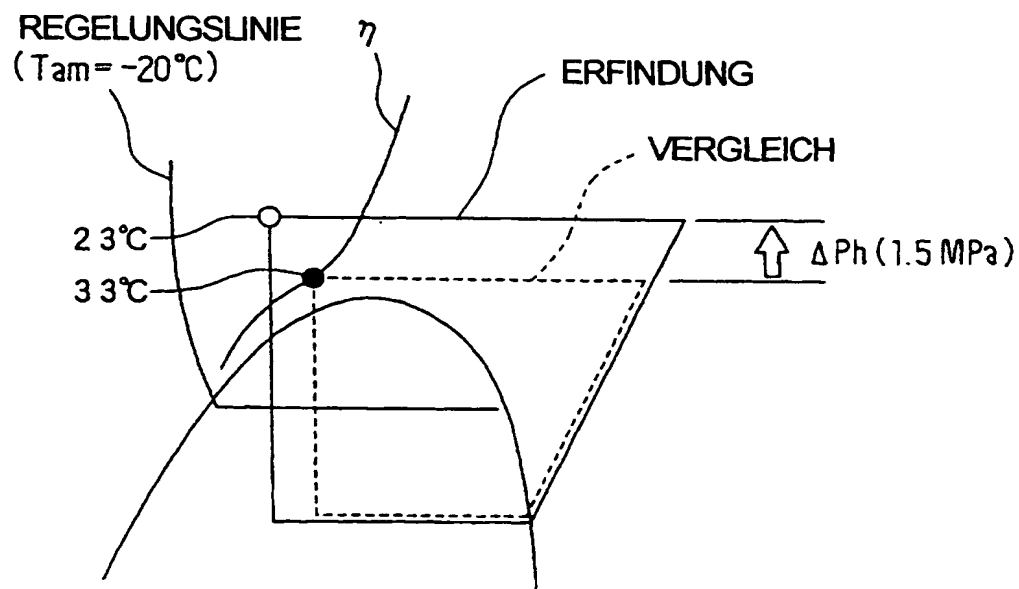


FIG. 25

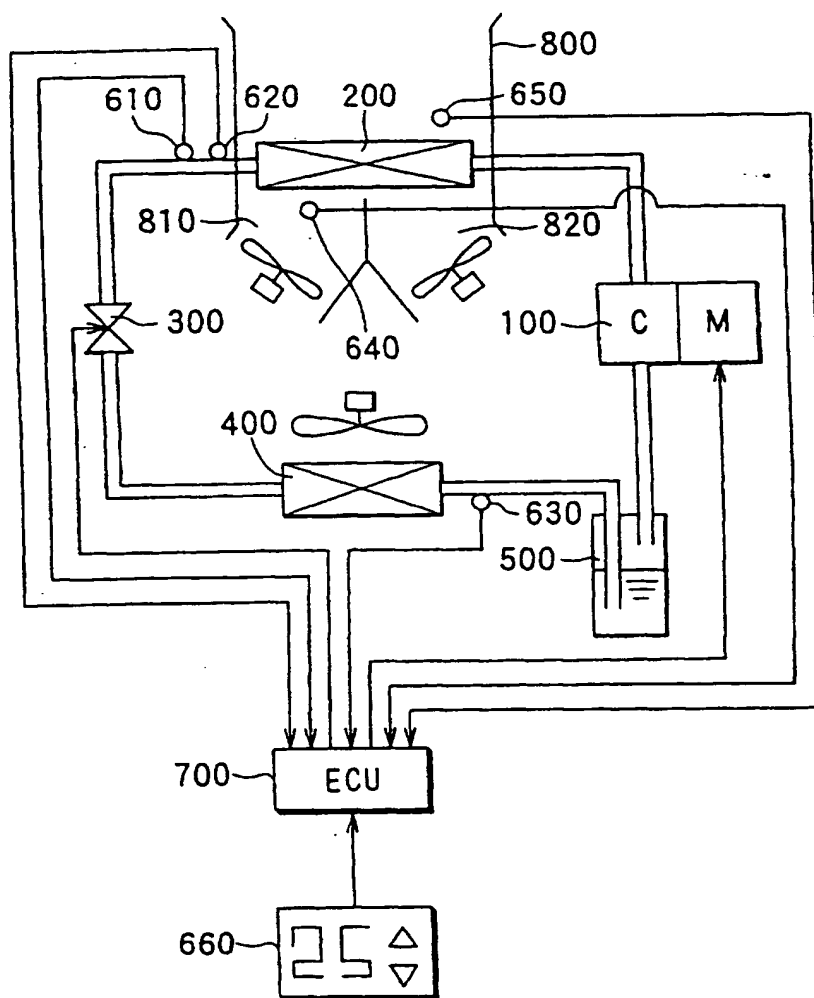


FIG. 26A

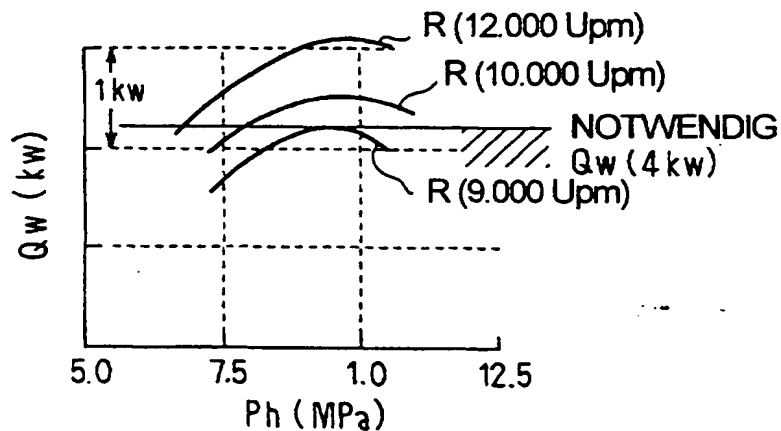


FIG. 26B

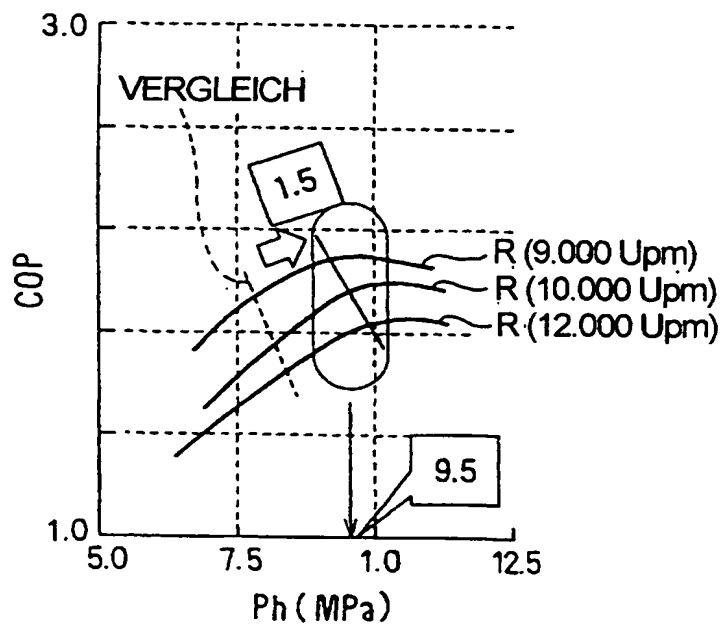


FIG. 27A

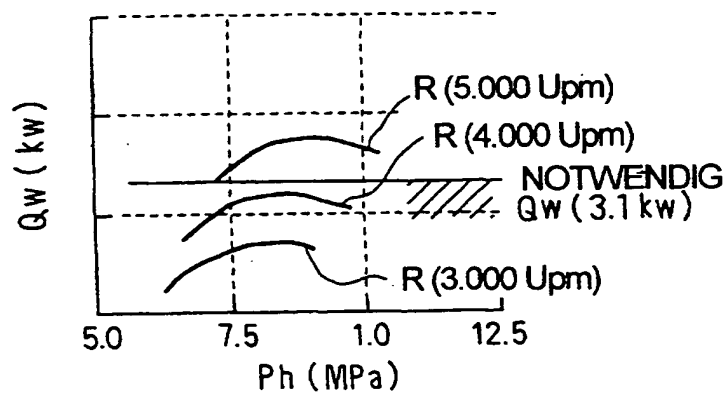


FIG. 27B

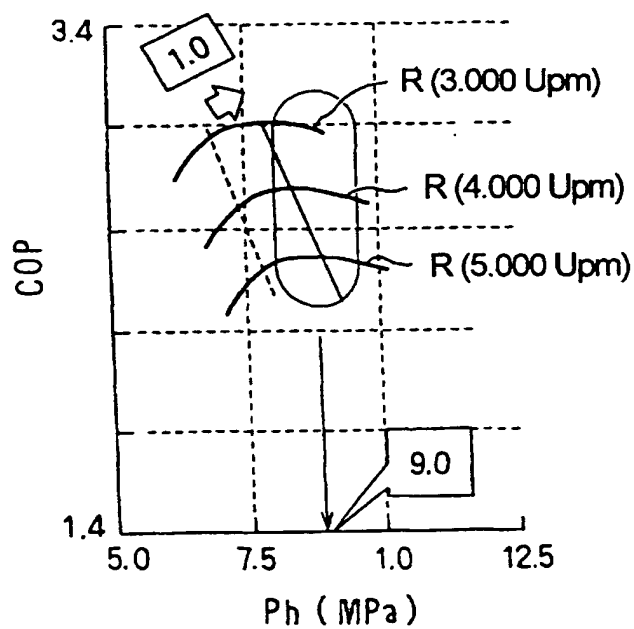


FIG. 28A

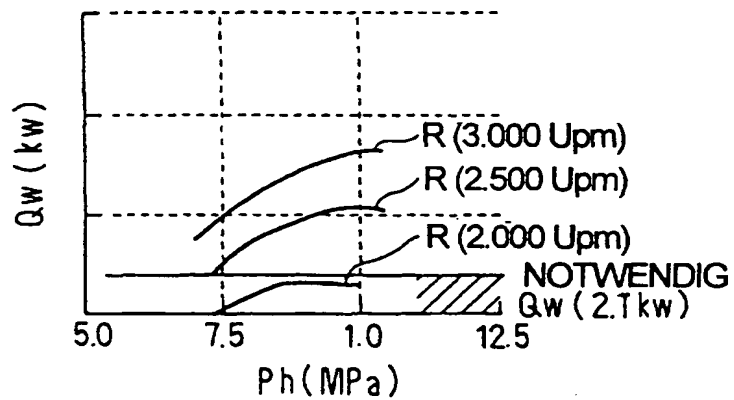


FIG. 28B

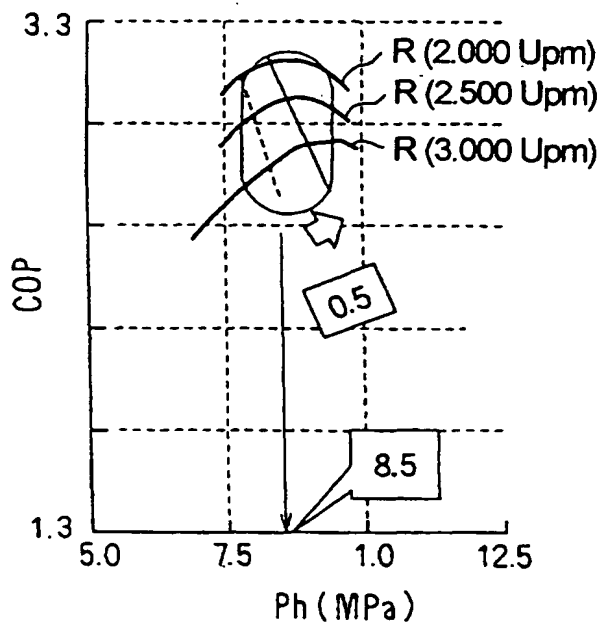


FIG. 29

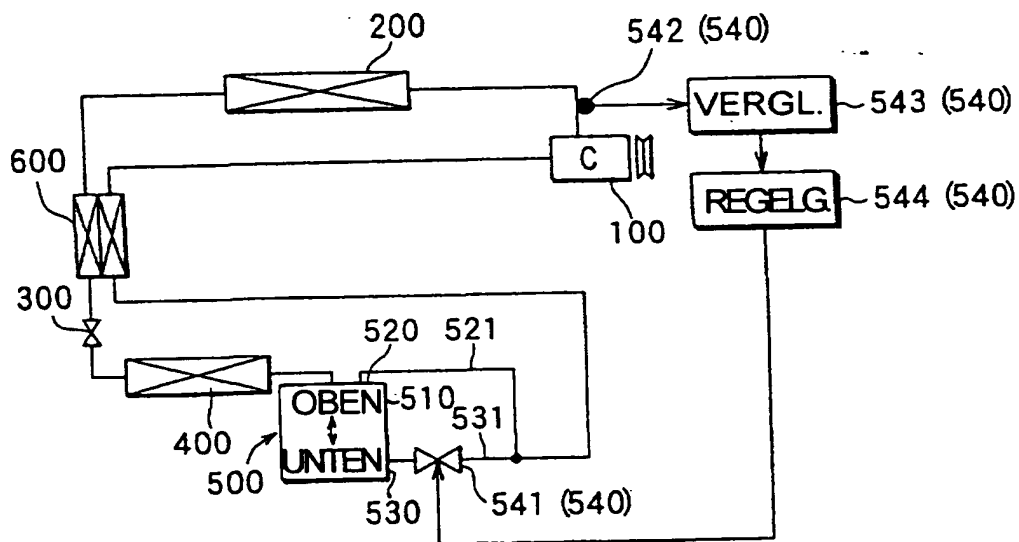


FIG. 30

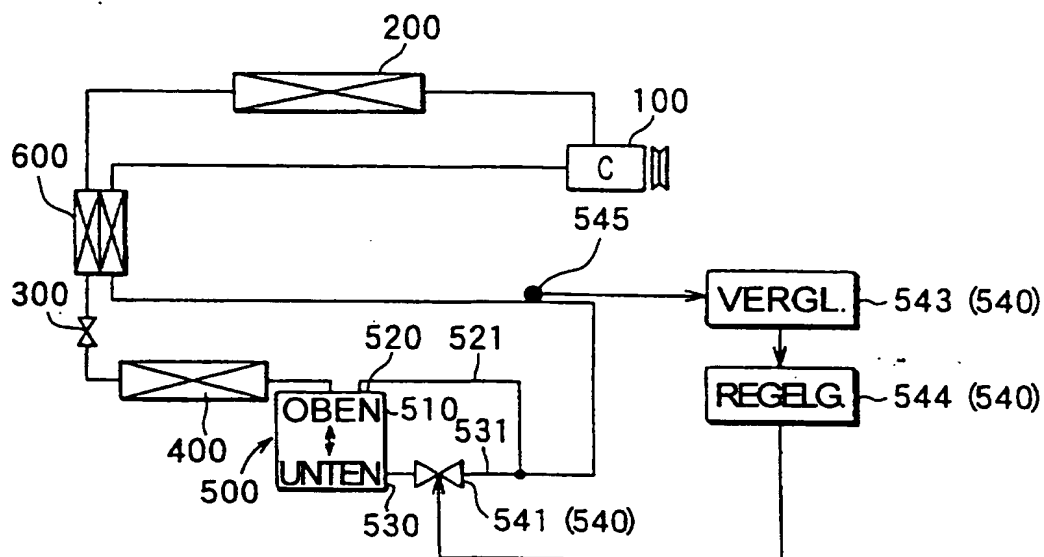


FIG. 31

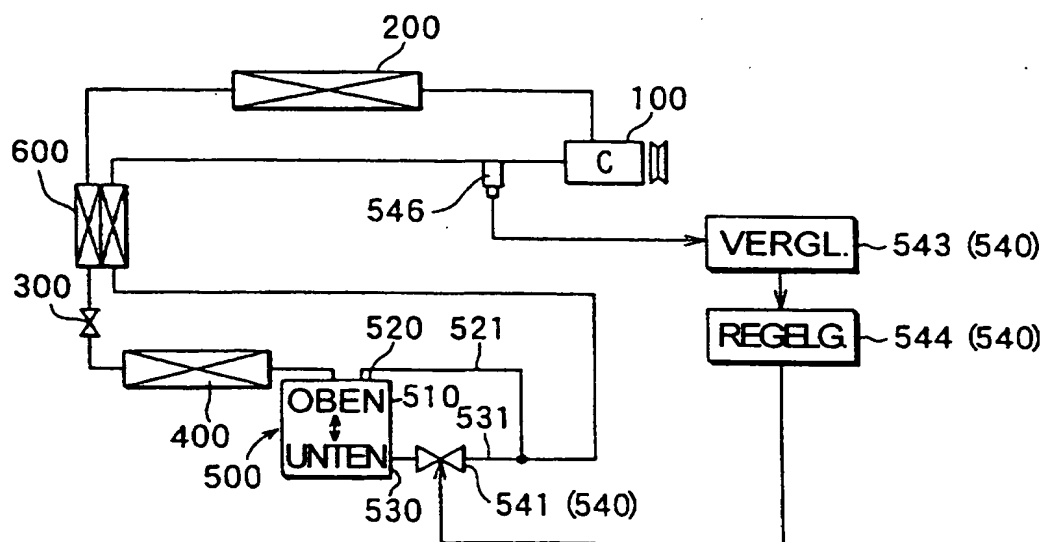


FIG. 32

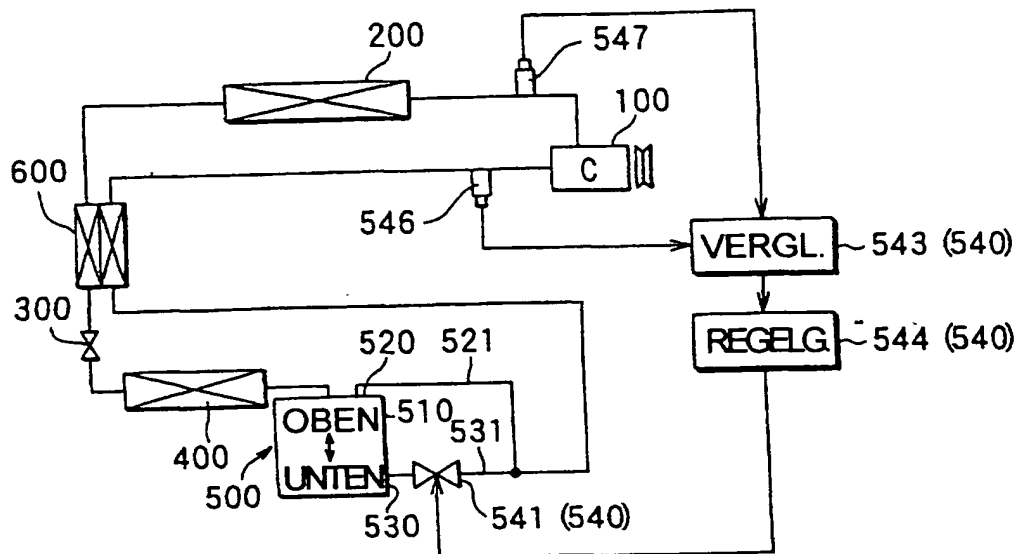


FIG. 33

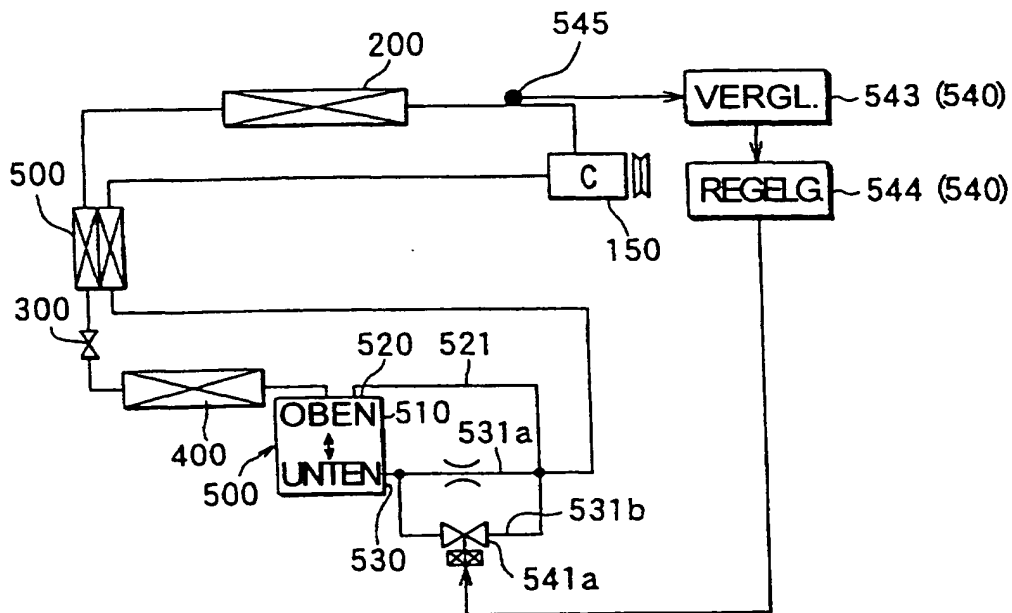


FIG. 34A

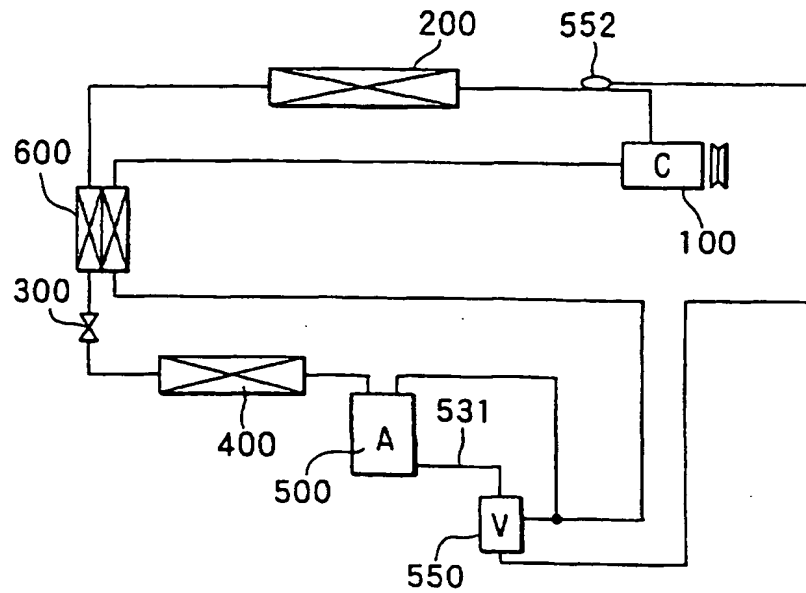


FIG. 34B

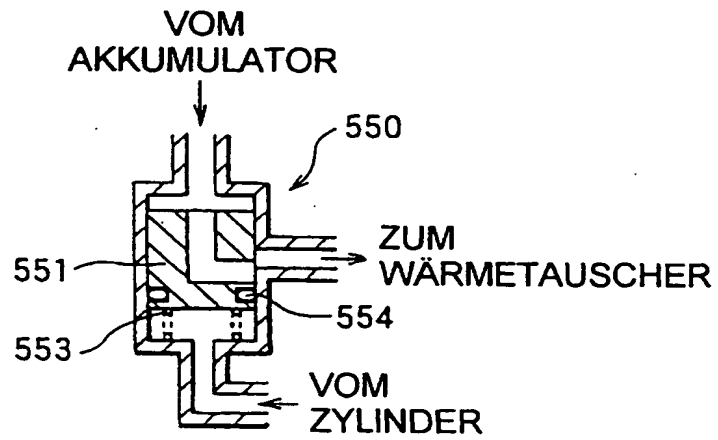


FIG. 35A

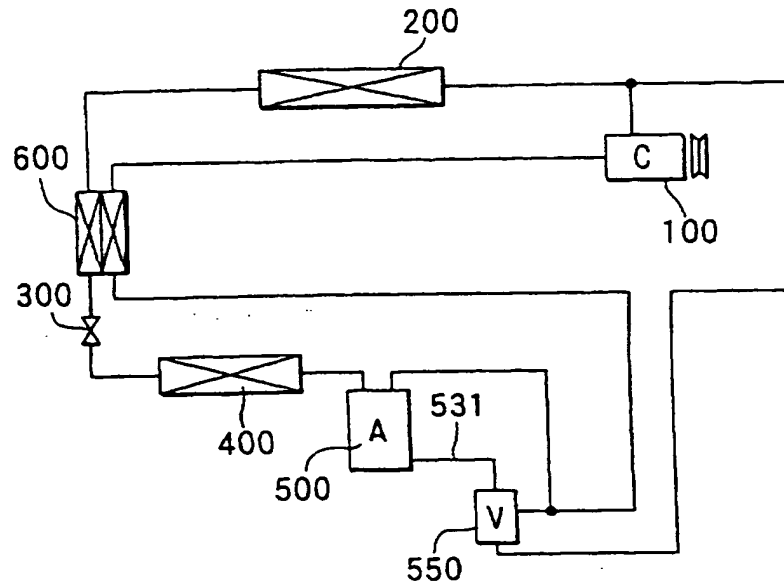


FIG. 35B

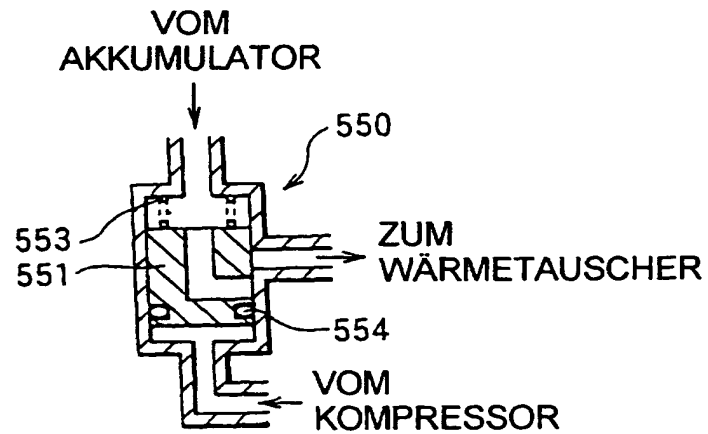


FIG. 36A

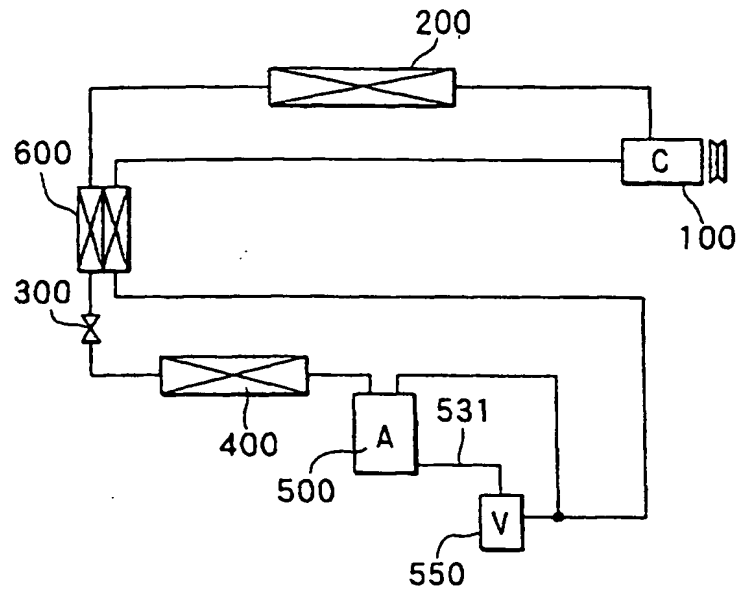


FIG. 36B

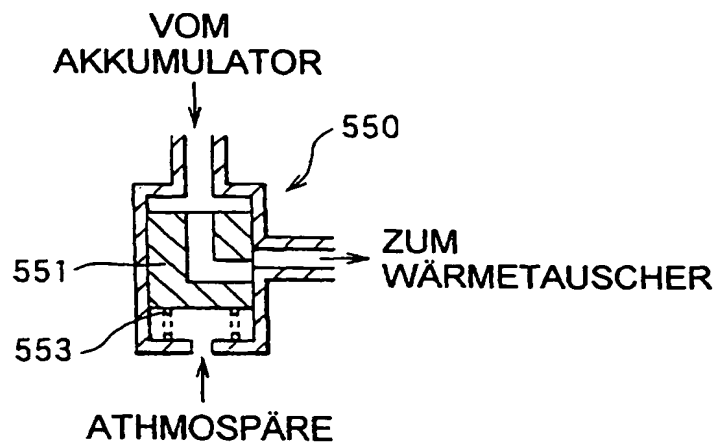


FIG. 37A

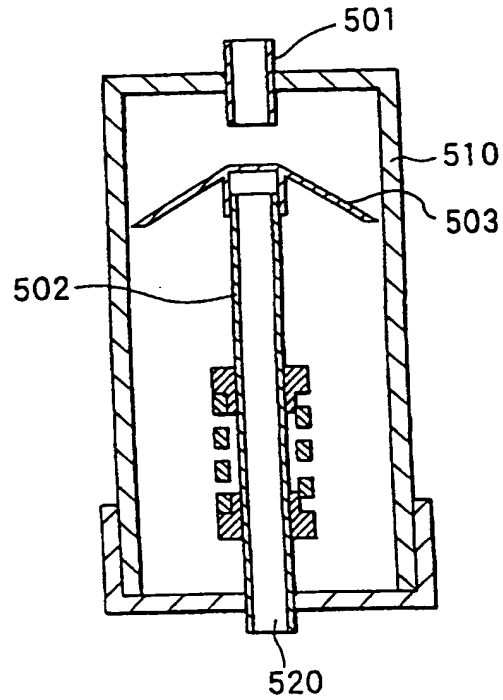
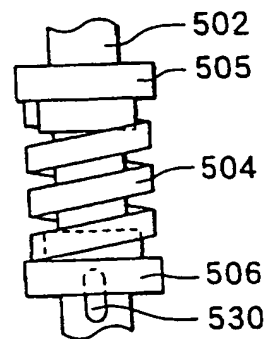


FIG. 37B



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

☐ BLACK BORDERS

☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES

☐ FADED TEXT OR DRAWING

☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING

☐ SKEWED/SLANTED IMAGES

☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS

☐ GRAY SCALE DOCUMENTS

☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT

☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY

☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.

THIS PAGE BLANK (USPTO)